

THESIS

MÜNICH

1968

**Über die Einwirkung  
hochfrequenter Ströme (433,9 MHz)  
auf die Durchblutung der  
menschlichen Leber**

LANE MEDICAL LIBRARY  
STANFORD UNIVERSITY  
MEDICAL CENTER  
STANFORD, CALIF. 94305

**ROLAND } STEVENS**





Digitized by the Internet Archive  
in 2026



Aus Institut und Poliklinik für physikalische Therapie  
und Röntgenologie der Universität München  
"Rieder-Institut"

Direktor: Prof. Dr. H. von Braunbehrens

---

ÜBER DIE EINWIRKUNG HOCHFREQUENTER STRÖME  
(433,9 MHz) AUF DIE DURCHBLUTUNG DER  
MENSCHLICHEN LEBER

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin  
verfaßt und  
einer Hohen Medizinischen Fakultät  
der Ludwig-Maximilian-Universität zu München

vorgelegt von  
Roland Stevens  
aus Altomünster/Oberbayern

München

1968

Verzeichnis der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

Verzeichnisse der in der Sammlung vorhandenen

## INHALTSVERZEICHNIS

-----

### A. Einleitung

### B. Methode

### C. Ergebnisse

1. Reproduktionsversuche
2. Bestimmung von Lebergesunden und Leberkranken mit Dezhnerwelle in verschloteten Inkubationsenden.
3. Gegenüberstellung der Werte für die Clearance und die Durchblutungsqualitäten bei Lebergesunden und bei Leberkranken.

### D. Diskussion

1. Methode
2. Die Kurz- bzw. Dezhnerwelle
3. Die Leberdurchblutung
4. Ergebnisse

### E. Zusammenfassung

### F. Literaturnachweis



Bei der Anwendung von hochfrequenten, wärmeerzeugenden Strahlen auf den menschlichen Körper zeigt sich eine große Schwierigkeit. Ein beträchtlicher Teil der zugeführten Energie wird bereits im Unterhautfettgewebe absorbiert, während nur ein geringer Teil die tiefer gelegenen Schichten erreicht.

Bereits vor dem letzten Kriege hatten Oßwald und Korb (23, 18) nach vergleichenden Untersuchungen eine Wellenlänge von 1 m vorgeschlagen. Durch die Kriegseignisse waren jedoch die Forschungen auf diesem Gebiet unterbrochen worden.

Als 1947 bei der Atlantic City-Konferenz die Frequenzen festgelegt wurden, die für medizinische Zwecke freizugeben seien, waren solche im Bereich der 1m-Länge nicht dabei.

Vor einiger Zeit nun hat die Bundespost eine Frequenz von 433,9 MHz freigegeben, die mit einer Wellenlänge von 69 cm den Forderungen von Oßwald und Korb ungefähr entspricht. Von der medizinisch-technischen Industrie sind jetzt Geräte dieser Art, sogenannte Dezimeterwellengeräte, lieferbar.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit soll es sein, die Wirkung der Dezimeterwellenbestrahlung der Leber auf die Durchblutung dieses Organs zu prüfen.

Im Verlaufe ähnlicher Arbeiten waren in unserem Institut bisher nur kreislaufgesunde Patienten mit normaler Leberfunktion untersucht worden (12, 24, 25)

Im Gegensatz dazu kommen hier auch Probanden mit erkrankter Leber zur Untersuchung.

Da Krankheiten dieses Organes dessen Durchblutungsverhältnisse einschneidend verändern, ist durchaus eine vom Normalen abweichende Reaktion auf Kurz- bzw. Dezimeterwellenbestrahlung denkbar.

Als Methode zur Erfassung der Leberdurchblutung wählten wir die Radiogoldclearance, die wir mit Hilfe der unblutigen Messung verfolgten. Das Goldkolloid bezogen wir von Amersham. Es hatte laut Werksangabe eine Partikelgröße von 50 - 200 Å, wobei die Anzahl der Partikel innerhalb dieser Verteilung mit zunehmender Größe abnahm.

Die Reproduzierbarkeit sowohl der blutigen wie der unblutigen Messung wurde von mehreren Autoren eingehend untersucht und auch durch unsere eigenen Reproduktionsversuche erneut unter Beweis gestellt.

Unser Verfahren war folgendermaßen:

Nach 10-minütiger Ruhelage auf einer Untersuchungs-liege wurden dem Probanden etwa 10 µC kolloidalen Radiogolds, enthalten in 0,3 ml physiologischer Kochsalzlösung, rasch in eine Kubitalvene eingespritzt. Als Meßgerät benutzten wir einen Dual-Rate-meter der Firma Picker mit 2 Scintillationszählern, zugehörigen 36° Kollimatoren (Omniprobe 2830 A) und entsprechenden fortlaufenden, linearen Schreibungen.

Die eine der Sonden war über dem Leberzentrum angelegt mit leichter Auswärtsneigung von 10 - 15°, um den Einfluß der großen Bauchgefäße auf das Meßergebnis auszuschließen. Die andere Sonde war 1 Minute lang über dem Herzen, in den folgenden über dem Carotisgebiet angebracht, und zwar so, daß die Halswirbel nicht im Einfallswinkel der Sonde lagen. Mit dieser zweiten Sonde verfolgten wir also zuerst die Passage der Aktivität durch das Herz und anschließend die Radiogoldclearance im Ge-

samtkreislauf.

Als Papiergeschwindigkeit wählten wir in den ersten 2 Minuten 12 inch / min, in den weiteren Minuten 0,75 inch pro Minute.

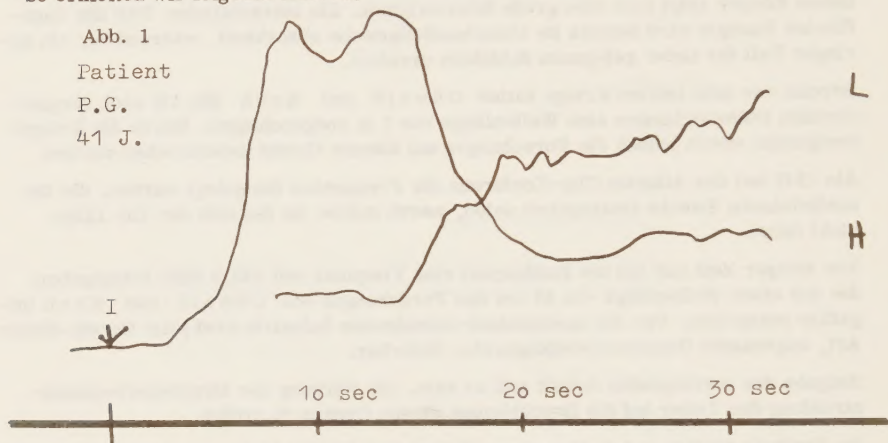
So erhielten wir folgende Kurven:

Abb. 1

Patient

P.G.

41 J.



L = Leberspeicherkurve

H = Herzdurchflußkurve

I = Injektion

Patient

B.M.

62 J.

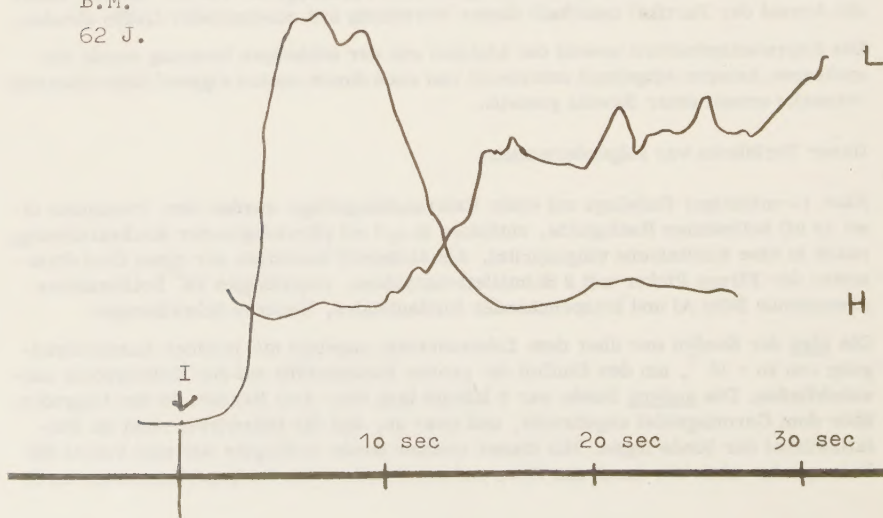
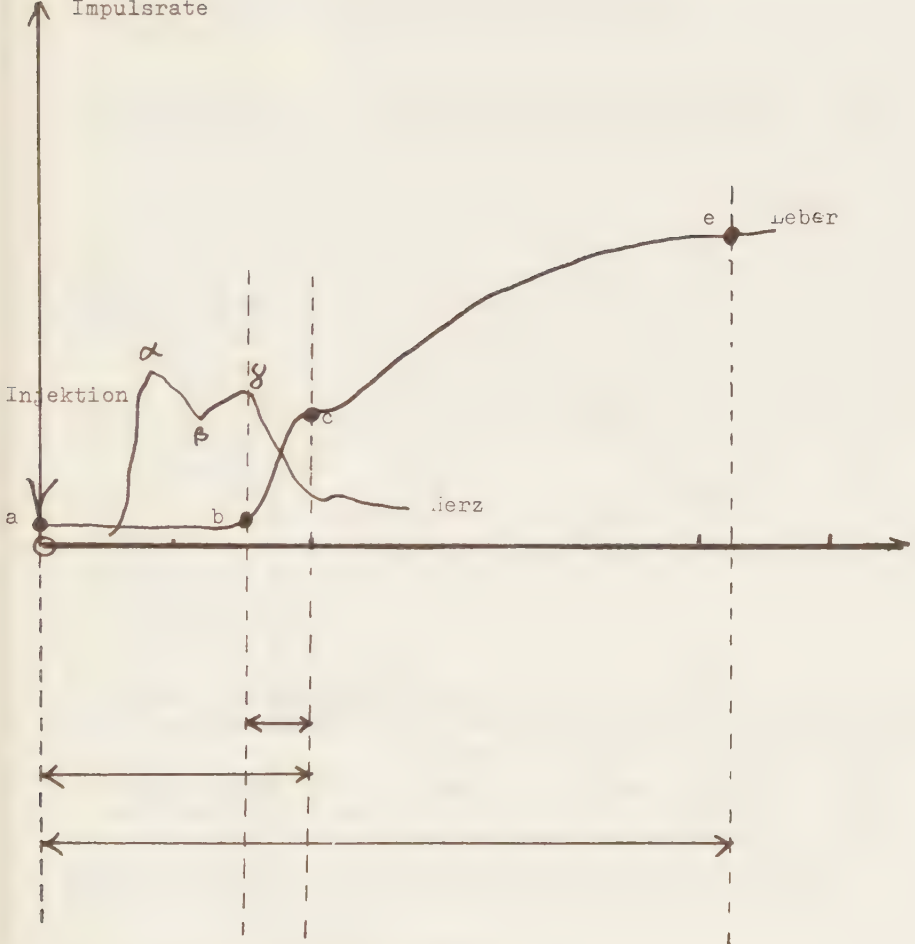


Abb. 2

Impulsrate



a - c = arterielle Zirkulationszeit der Leber

a - e = portale Zirkulationszeit der Leber

b - c = Einstrom des Goldkolloids in die Leber via arteria hepatica

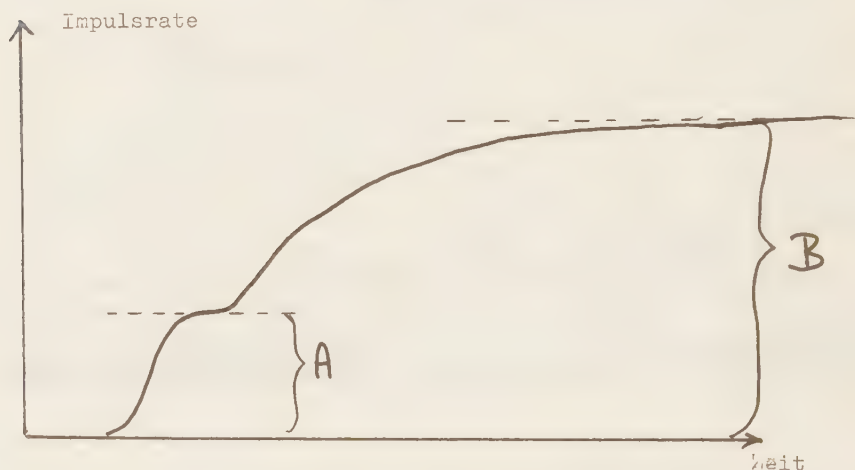
5 - 8 Sekunden nach der Injektion registrierte die Herzsonde eine zweigipfelige Kurve, die in Form und Verlauf den üblichen Cardiographiekurven entspricht (9, 16).

Bei  $\alpha$  ist der Großteil der Aktivität im Herzen angelangt, die Einsenkung  $\beta$  gibt den Ausstoß des radiogoldhaltigen Blutes in die Lunge,  $\gamma$  den Rückstrom in das linke Herz wieder.

Gleichzeitig mit dem Ausfließen der Aktivität aus dem linken Ventrikel registriert

die Sonde über der Leber einen relativ schnellen Anstieg b - c, der 20 - 22 sec nach Injektion einen Gipfel erreicht, um dann langsamer weiter zu steigen und nach 50 - 60 sec ein Plateau e zu bilden.

Während des ersten schnellen Anstieges b - c strömt die Aktivität über die arteria hepatica, während des zweiten, langsameren Anstieges d - e über einen Umweg, nämlich über das Pfortadergebiet in die Leber.



A entspricht also dem arteriellen Teil der Gesamtdurchblutung, B der Gesamtdurchblutung selber. Diese Methode zur Trennung der Durchblutungsqualitäten der Leber wurde zum ersten Male von Ueda (34) angegeben.

Als Meßpunkte für die Radiogoldclearance innerhalb der Clearancekurve wählten wir die Werte, die wir in der 3., 4., 5., 6., 7. und 8. Minute aus der Halssondenkurve erhielten, nachdem wir sie optisch gemittelt hatten.

Die so gewonnenen Werte genügen nach Abzug des Nulleffektes annäherungsweise folgender mathematischen Gleichung:

$$N_i = N_o \cdot e^{-kt_i}$$

Dies besagt, daß die Goldkonzentration im strömenden Blut gegenüber der Zeit exponentiell abnimmt.

$N_i$  stellt die Impulsrate während der Zeit  $t_i$ ,  $N_o$  die Rate zu Anfang der Messung und  $e$  die Basis des natürlichen Logarithmus,  $k$  die Klärwertkonstante der Leber dar.

Nach logarithmischer Umformung der Gleichung erhalten wir für den sogenannten Regressionskoeffizienten K folgende Formel

$$K = \frac{\sum (t_i \log N_i) - \bar{t} \sum \log N_i}{\log e \left( \sum t_i^2 - \bar{t} \sum t_i \right)}$$

Zur statistischen Sicherung der aus den einzelnen Untersuchungsreihen gewonnenen Mittelwerte wählten wir die  $t$  - Verteilung nach Student ( 8 ).

40 Minuten nach der ersten Injektion führten wir den Zweitversuch durch, der genauso wie der Erstversuch verlief. Anstelle von  $10 \mu\text{C}$  spritzten wir jedoch eine Aktivität von  $100 \mu\text{C}$ , enthalten in einer Flüssigkeitsmenge, die quantitativ genau derjenigen im Erstversuch entsprach. Die jeweilige Verdünnung führten wir mit physiologischer Kochsalzlösung durch. Die Wahl einer höheren Aktivität war notwendig, da die inzwischen in der Leber gespeicherte Goldmenge eine Zweitmessung über der Leber mit der gleichen Goldmenge unmöglich gemacht hätte.

Die zeitliche Einteilung war für die Reproduktionsversuche wie für die Testuntersuchungen die gleiche. Bei den Testuntersuchungen ging dem Zweitversuch die Bestrahlung mit dem Dezimeterwellengerät jeweils unmittelbar voraus. Die Strahlsonde richteten wir senkrecht auf das Leberzentrum in der Medioclavicularlinie. Der Abstand von der Haut betrug 5 cm.

Zur mathematischen Erfassung der Speicherungsgeschwindigkeit der Leber wählten wir entsprechend zur Clearance die Werte, die wir in der 3., 4., 5., 6., 7. und 8. Minute erhielten. Der resultierende Speicherkoeffizient hatte dann selbstverständlich ein positives Vorzeichen.

## Ergebnisse

=====

Es wurden 51 Patienten mit normalen Herzkreislaufverhältnissen untersucht. 25 davon waren lebergesund, 26 Patienten jedoch wiesen eine Lebererkrankung auf, vorwiegend chronische Hepatitiden und Cirrhosen.

Einschränkend ist zu bemerken, daß nur in einem Teil - etwa 30 % unserer Untersuchungen - eine deutliche Stufe innerhalb der anfänglichen Leberspeicherkurve, die den arteriellen Teil markiert, festzustellen war.

Der weitere Anstieg im portalen Schenkel ist dabei streng korreliert mit dem Zeitpunkt, an dem der Ausstoß aus dem Herzen sein Minimum erreicht. In denjenigen Leberkurven, die einen nur wenig ausgeprägten Einschnitt aufweisen oder diesen ganz vermissen lassen, haben wir also den Teil der Kurve als arteriellen Teil angenommen, der dem vorher erwähnten Minimum in der Herzdurchflußkurve zeitlich entspricht.

Infolge dieser Unsicherheit haben wir auf einen statistische Sicherung der Werte für die Durchblutungsqualitäten verzichtet.

## Reproduktionsversuche

-----

Hierbei untersuchten wir 6 Patienten, die keinerlei Krankheiten des Herzens, der Leber und des Kreislaufes aufwiesen.

Die nüchternen Patienten lagen während der gesamten Untersuchungszeit auf einer Untersuchungsliege bei gleichbleibenden äußeren Verhältnissen. Zwei dieser Probanden untersuchten wir in einigem zeitlichen Abstand ein weiteres Mal (2, bzw. 5 Wochen), um die Reproduzierbarkeit nach längerem zeitlichen Abstand zu prüfen.

### Kontrolluntersuchungen der Clearancewerte

Tabelle 1

| Pat. | Alter | Diagnose           | $-k_1$  | $-k_2$  | $\frac{k_2}{k_1} = x$ | $k_2 - k_1 = d$ |
|------|-------|--------------------|---------|---------|-----------------------|-----------------|
| S.M. | 64    | Ösophagus-Ca       | 0,082   | 0,084   | 1,024                 | +0,002          |
| P.C. | 44    | Hypothyreose       | 0,113   | 0,112   | 0,991                 | -0,001          |
| W.M. | 59    | Fibromyxo-Sa       | 0,100   | 0,099   | 0,990                 | -0,001          |
|      |       |                    | (0,109) | (0,107) | (0,982)               |                 |
| S.R. | 66    | Blasen-Ca          | 0,106   | 0,110   | 1,037                 | +0,004          |
|      |       |                    | (0,085) | (0,084) | (0,976)               |                 |
| N.A. | 49    | Polymorph-zell. Sa | 0,103   | 0,102   | 0,990                 | -0,001          |
| S.E. | 77    | Blasen-Ca          | 0,119   | 0,117   | 0,983                 | -0,002          |

Summe

Mittelwert

Standardabweichung

t

$\Sigma$

= 6,015      -0,001      1

x = 1,0025      -0,00016=d

s = 0,022

0,17

Die Berechnung der Standardabweichung  $s$  erfolgt nach folgender Formel

$$s^2 = \frac{1}{(n-1)} \cdot \left( \sum x^2 - \frac{\sum x^2}{n} \right)$$

Die Prüfung der Signifikanz (mittels der t-Verteilung nach Student) erfolgte nach folgender Formel

$$t = \frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}} \quad s_{\bar{d}}^2 = \frac{1}{n(n-1)} \left( \sum d^2 - \bar{d} \sum d \right)$$

Die Irrtumswahrscheinlichkeit für ein  $t$  von 0,17 liegt bei einem Freiheitsgrad von  $v = 5$  zwischen 80 und 90 %. So dürfte der Mittelwert der Konstanzendifferenz nur zufällig von Null abweichen.

#### Kontrolluntersuchungen der Durchblutungsqualitäten

Tabelle 2

| Pat. Alter | Diagnose               | $A_1$  | $A_2$  | $\frac{A_2}{A_1} = q$ | $A_2 - A_1$ |
|------------|------------------------|--------|--------|-----------------------|-------------|
| S. M. 64   | Ösophagus-Ca           | 34,9   | 35,4   | 1,014                 | +0,5        |
| P. C. 44   | Hypothyreose           | 38,4   | 40     | 1,042                 | +1,6        |
| W. M. 59   | Fibromyxo-Sa           | 46,6   | 43,8   | 0,939                 | -2,8        |
|            |                        | (58,5) | (52,9) | (0,904)               |             |
| S. R. 66   | Blasen-Ca              | 35,9   | 34,3   | 0,955                 | -1,6        |
|            |                        | (65,9) | (60,0) | (0,910)               |             |
| N. A. 49   | Polymorph-<br>zell.-Sa | 43     | 44,6   | 1,037                 | +1,6        |
| S. F. 77   | Blasen-Ca              | 39,6   | 39,5   | 0,998                 | -0,1        |
| Summe      |                        |        |        | 5,985                 | -0,8        |
| Mittelwert |                        |        |        | 0,997                 | -0,133      |

Die Werte für die arterielle Durchblutung unterscheiden sich im Erst- und Zweitversuch durchschnittlich um etwa 0,3 %. Die größte Abweichung beträgt 6,1 %.

## Kontrolluntersuchungen der Leberspeicherwerte.

Tabelle 3

| Pat.               | Alter | Diagnose               | $k_1$ | $k_2$ | $\frac{k_1}{k_2} = q$ |
|--------------------|-------|------------------------|-------|-------|-----------------------|
| S.M.               | 64    | Ösophagus-Ca           | 0,089 | 0,087 | 0,978                 |
| W.M.               | 59    | Fibromyxo-Sa           | 0,130 | 0,082 | 0,631                 |
| S.R.               | 66    | Blasen-Ca              | 0,075 | 0,091 | 1,213                 |
| P.C.               | 44    | Hypothyreose           | 0,089 | 0,095 | 1,067                 |
| N.A.               | 49    | Polymorph-<br>zell. Sa | 0,063 | 0,058 | 0,921                 |
| S.F.               | 77    | Blasen-Ca              | 0,088 | 0,081 | 0,920                 |
| Summe              |       |                        |       |       | 5,730                 |
| Mittelwert         |       |                        |       |       | 0,955                 |
| Standardabweichung |       |                        |       |       | 0,193                 |

Aus der Höhe der Standardabweichung ist ersichtlich, daß sich die Werte für die Leberspeicherung nicht genügend genau reproduzieren lassen.

Während die Werte der Clearance und der Durchblutungsverteilung innerhalb der Leber bei beiden Messungen weitgehend konstant bleiben, zeigen die Leberspeicherkurven in einigen Untersuchungen starke Abweichungen. Eine ausreichende Erklärung dafür können wir vorerst nicht geben.

Nach längerem zeitlichen Abstand sind die Werte für die Clearance und die Durchblutungsverteilung nicht mehr reproduzierbar.

Testuntersuchungen

Als Dezimeterwellengerät stand uns ein Gerät der Firma Erbe-Tübingen zur Verfügung. Es hatte eine Betriebs-Nennfrequenz von 433,92 M Hz (entsprechend einer Wellenlänge von 69 cm) und eine maximal abstrahlbare Leistung von 200 W. Die Abstrahlung erfolgte über einen Rundfeldstrahlkopf (siehe Seite ). Die Leistung wurde mit Hilfe eines Drucktastenregisters, welches insgesamt 6 Stufen umfaßt, geregelt. In der Therapie werden hauptsächlich die Stufen II - V angewandt. Wir wählten folgende Einstellungen

Stufe III      5 Minuten lang und

Stufe IV      8 Minuten lang und erhielten folgende

Ergebnisse

Wirkung von Dezimeterwellenbestrahlung der Leber auf deren Durchblutung

Beim Lebergesunden

a) in der Stärke III, 5 Minuten lang

Es wurden 10 kreislaufgesunde Patienten untersucht. Die zeitliche Anordnung entsprach den Reproduktionsversuchen. Der zweiten Injektion unmittelbar vorausgehend bestrahlten wir den Patienten 5 Minuten lang mit der Stufe III. Dies bedeutet eine Dosisabgabe von etwa 3 Cal.

Die Einstrahlrichtung des Strahlkopfes zielte auf das Leberzentrum, ihr Abstand von der Haut betrug 5 cm. Sowohl in dieser, wie auch in den übrigen Gruppen gaben die Patienten nur ganz vereinzelt ein Wärmeempfinden ab. Die Einstellung und Dauer der Bestrahlung war nach den Empfehlungen der Herstellerfirma ausgerichtet.

Verhalten des Clearance bei Lebergesunden bei Bestrahlung (Stufe III, 5 Minuten)

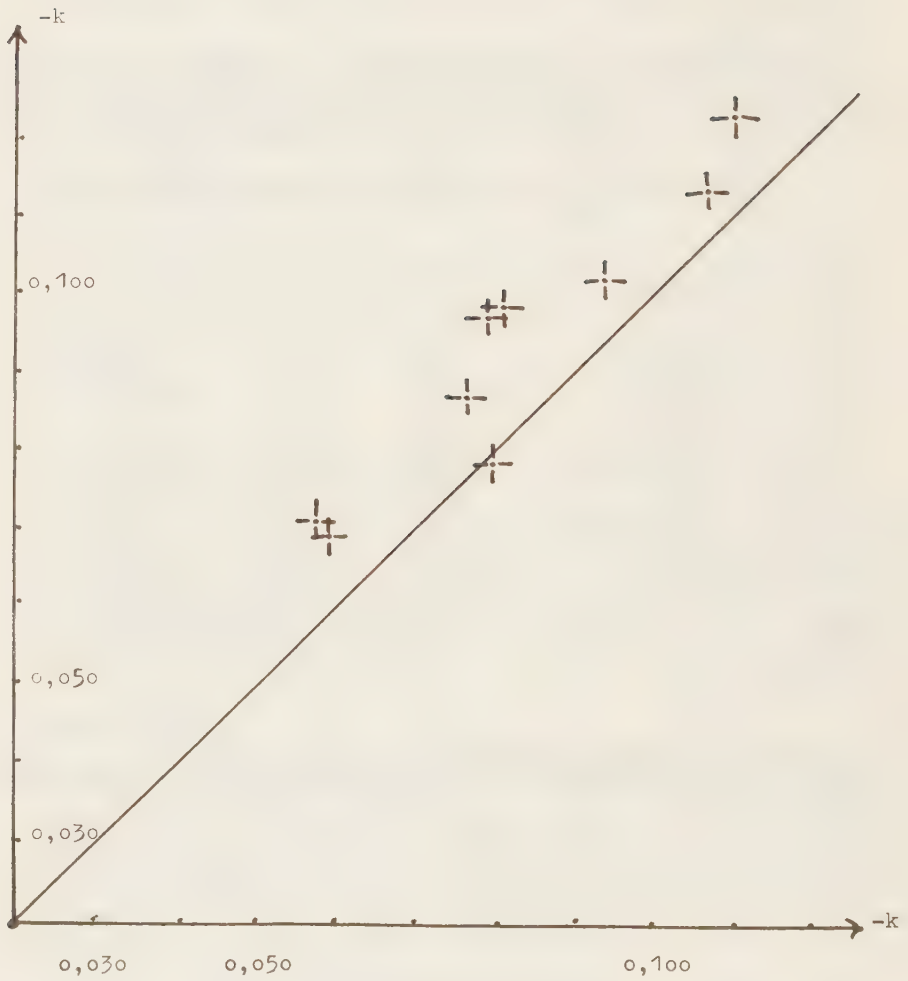
Tabelle 4

| Pat.               | Alter | Diagnose      | $-k_1$ | $-k_2$ | $\frac{k_2}{k_1} = q$ |
|--------------------|-------|---------------|--------|--------|-----------------------|
| A. K.              | 62    | Lungen-Ca     | 0,077  | 0,087  | 1,130                 |
| K. B.              | 56    | Mamma-Ca      | 0,059  | 0,069  | 1,169                 |
| M. S.              | 33    | Status norm.  | 0,095  | 0,102  | 1,073                 |
| B. P.              | 61    | Hodgkin       | 0,111  | 0,124  | 1,117                 |
| G. M.              | 47    | Ulcus duod.   | 0,080  | 0,097  | 1,212                 |
| B. O.              | 68    | Blasenpapill. | 0,108  | 0,114  | 1,055                 |
| P. G.              | 40    | Hodgkin       | 0,081  | 0,078  | 0,963                 |
| H. K.              | 63    | Osteochondr.  | 0,082  | 0,085  | 1,036                 |
| K. E.              | 42    | Psychoneur.   | 0,082  | 0,085  | 1,036                 |
| M. W.              | 51    | Blasenpap.    | 0,058  | 0,071  | 1,224                 |
| Summe              |       |               |        |        | 11,174                |
| Mittelwert         |       |               |        |        | 1,117                 |
| Standardabweichung |       |               |        |        | 0,0853                |
| t                  |       |               |        |        | 4,73                  |

Die zugehörige Irrtumswahrscheinlichkeit liegt zwischen 0,1 und 0,5 %.

Es kam zu einer hochsignifikanten Steigerung der Leberdurchblutung von durchschnittlich 11,7 %.

Abb. 3



Bestrahlung von Lebergesunden mit der Stufe III 5 Minuten lang. Signifikante, aber nur geringfügige Durchblutungszunahme

Verhalten der Durchblutungsqualitäten der Leber bei Lebergesunden bei Bestrahlung (Stufe III, 5 Minuten)

Tabelle 5

| Pat.       | Alter | Diagnose        | $A_1$ | $A_2$ | $\frac{A_2}{A_1} = q$ |
|------------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------------|
| A. K.      | 62    | Lungen-Ca       | 52,1  | 48,9  | 0,939                 |
| K. B.      | 56    | Mamma-Ca        | 63,0  | 61,3  | 0,973                 |
| M. S.      | 33    | status normalis | 37,0  | 35,0  | 0,946                 |
| B. P.      | 61    | Hodgkin         | 47,9  | 61,4  | 1,282                 |
| G. M.      | 47    | Ulcus duodeni   | 34,4  | 41,3  | 1,201                 |
| B. O.      | 68    | Blasenpapillom  | 35,7  | 50,0  | 1,408                 |
| P. G.      | 40    | Hodgkin         | 58,6  | 62,0  | 1,058                 |
| H. K.      | 63    | Osteochondrose  | 47,0  | 56,3  | 1,198                 |
| K. E.      | 42    | Psychoneurose   | 42,0  | 36,4  | 0,867                 |
| M. W.      | 51    | Blasenpapillom  | 47,1  | 42,4  | 0,900                 |
| Summe      |       |                 |       |       | 10,772                |
| Mittelwert |       |                 |       |       | 1,0772                |

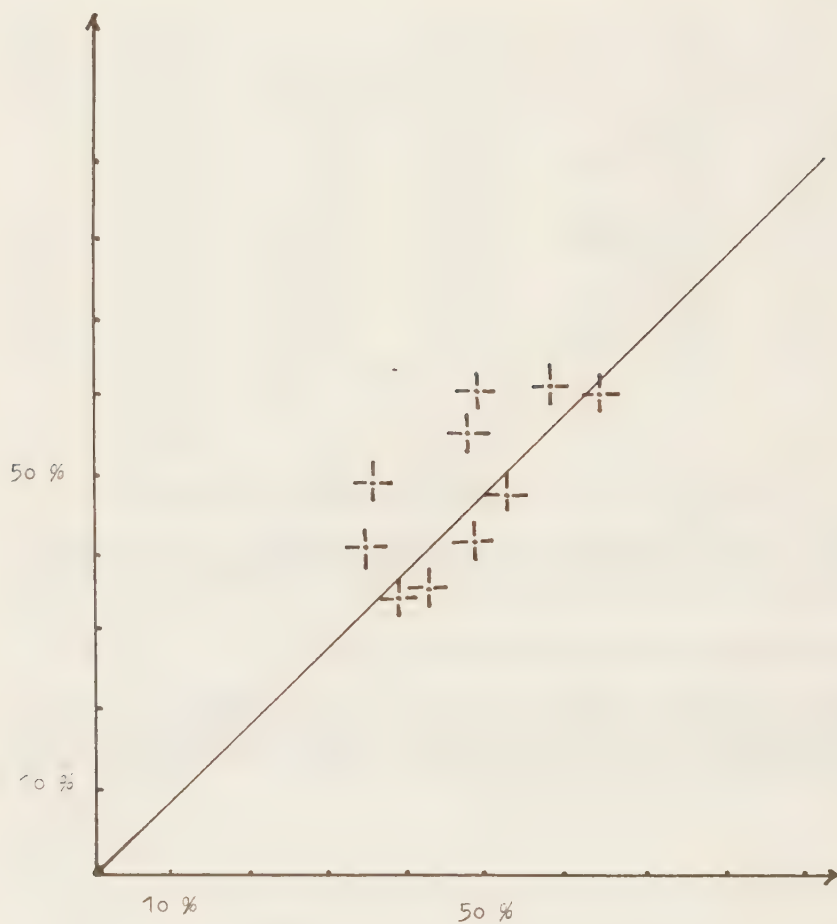
Es kam zu einer durchschnittlichen Zunahme des arteriellen Anteils von 7,7 %.

Während in dieser Gruppe die Leberdurchblutung hochsignifikant zunahm, änderten sich die Durchblutungsqualitäten nicht wesentlich. Bei 5 Probanden stieg sie an, bei den restlichen 5 Probanden fiel sie ab.

b) Beim Lebergesunden in der Stärke IV, 8 Minuten lang

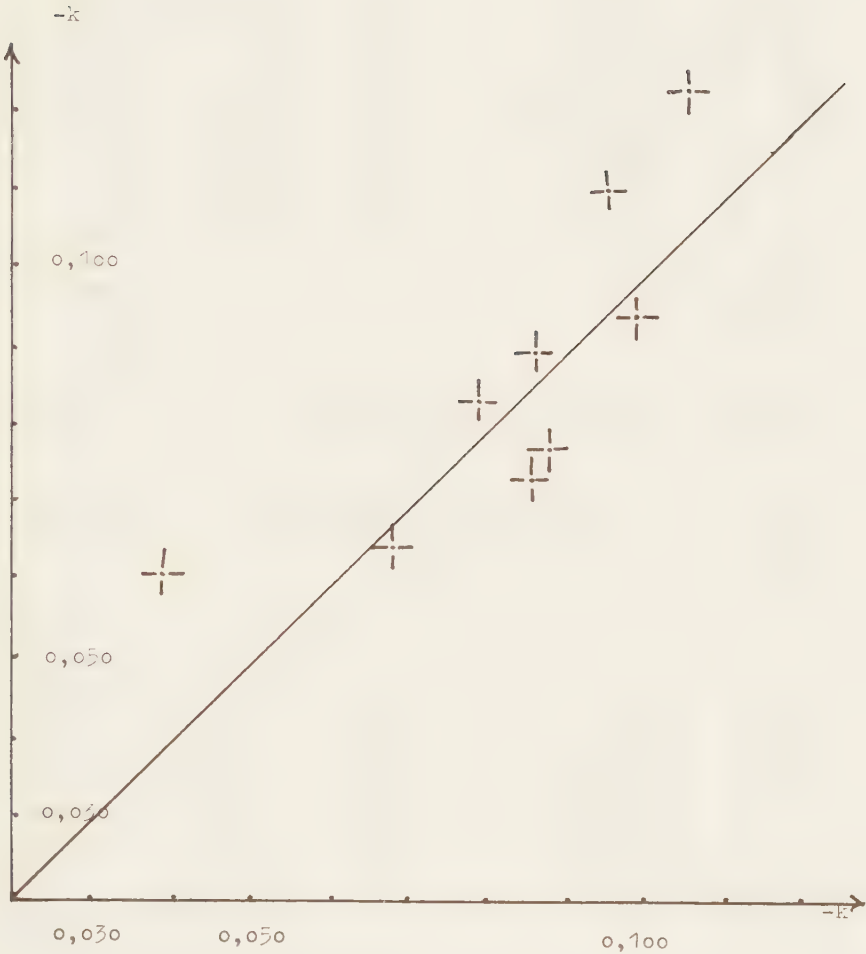
In dieser Serie wurden 9 Patienten untersucht. Die der Zweitinjektion unmittelbar vorausgehende Bestrahlung dauerte 8 Minuten in der Stärke IV. Die Dosisabgabe betrug, verglichen mit der ersten Serie etwa das Doppelte. Auch diesmal gaben die Patienten nur ganz vereinzelt ein Wärmeempfinden an.

Abb. 4



Verhalten der Durchblutungsqualitäten (arterieller Anteil der Lebergesamtdurchblutung) von Lebergesunden bei Bestrahlung mit der Stufe III, 5 Minuten lang.  
Keine gerichtete Änderung.

Abb. 5



Verhalten der Leberdurchblutung von Lebergesunden bei Bestrahlung mit der Stufe IV 8 Minuten lang. Keine signifikante Durchblutungsänderung.

## Verhalten der Clearance von Lebergesunden bei Bestrahlung (Stufe IV, 8 Minuten)

Tabelle 6

| Pat.               | Alter | Diagnose         | $-k_1$ | $-k_2$ | $\frac{-k_2}{-k_1} = Q$ |
|--------------------|-------|------------------|--------|--------|-------------------------|
| N.M.               | 47    | Blasen-Ca        | 0,086  | 0,090  | 1,046                   |
| B.M.               | 61    | Bronchial-Ca     | 0,095  | 0,101  | 1,046                   |
| M.E.               | 55    | Hyperthyreose    | 0,089  | 0,085  | 0,955                   |
| A.F.               | 53    | Polyneuropathie  | 0,105  | 0,126  | 1,200                   |
| K.W.               | 31    | Seminom          | 0,088  | 0,078  | 0,886                   |
| L.R.               | 55    | Blasen-Ca        | 0,039  | 0,061  | 1,564                   |
| M.A.               | 43    | Hypophysenadenom | 0,079  | 0,083  | 1,050                   |
| B.I.               | 68    | Dyspepsie        | 0,068  | 0,065  | 0,956                   |
| M.J.               | 48    | Lues III         | 0,086  | 0,074  | 0,880                   |
| Summe              |       |                  |        |        | 9,583                   |
| Mittelwert         |       |                  |        |        | 1,063                   |
| Standardabweichung |       |                  |        |        | 0,21                    |
| t                  |       |                  |        |        | 0,77                    |

Die zugehörige Irrtumswahrscheinlichkeit liegt zwischen 40 und 50 %. Die durchschnittliche Steigerung von 6,3 % ist also nicht signifikant.

## Verhalten der Durchblutungsqualitäten von Lebergesunden bei Bestrahlung (Stufe IV, 8 Minuten)

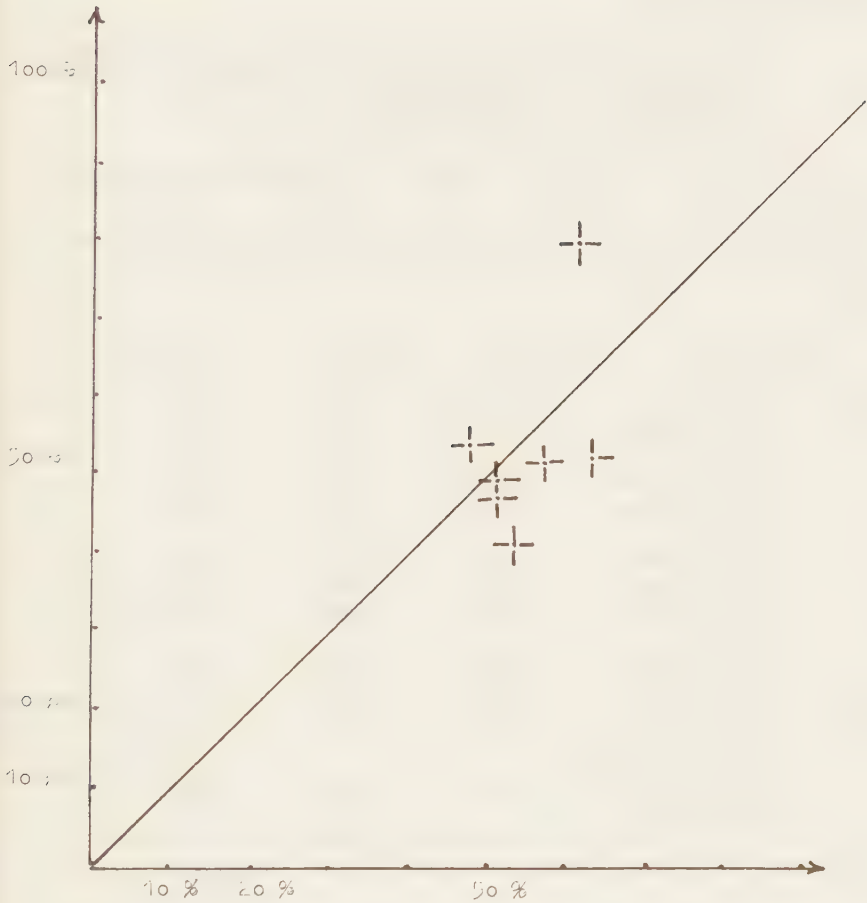
Tabelle 7

| Pat.       | Alter | Diagnose         | $A_1$ | $A_2$ | $\frac{A_2}{A_1} = q$ |
|------------|-------|------------------|-------|-------|-----------------------|
| N.M.       | 47    | Blasen-Ca        | 52,3  | 54,0  | 1,033                 |
| B.M.       | 61    | Bronchial-Ca     | 57,5  | 52,0  | 0,904                 |
| M.E.       | 55    | Hyperthyreose    | 51,5  | 49,3  | 0,959                 |
| A.F.       | 53    | Polyneuropathie  | 51,4  | 46,1  | 0,897                 |
| L.R.       | 55    | Blasen-Ca        | 63,8  | 52,3  | 0,829                 |
| M.A.       | 43    | Hypophysenadenom | 68,9  | 80,0  | 1,161                 |
| M.J.       | 48    | Lues III         | 53,6  | 40,9  | 0,763                 |
| Summe      |       |                  |       |       | 6,546                 |
| Mittelwert |       |                  |       |       | 0,934                 |

Es kam zu einer ungerichteten Änderung der Durchblutungsqualitäten. Es resultierte eine durchschnittliche Abnahme von 6,6 %.

Insgesamt ist zu sagen, daß es bei dieser Untersuchungsserie (Bestrahlung mit der Stufe IV 8 Minuten lang) zu keiner ausschlaggebenden Änderung der Clearance und der Durchblutungsqualitäten gekommen ist.

Abb. 6



Verhalten der Durchblutungsqualitäten (arterieller Anteil der Lebergesamtdurchblutung) von Lebergesunden bei Bestrahlung mit der Stufe IV, 8 Minuten lang.  
Keine gerichtete Änderung

# Die Wirkung von Dezimeterwellenbestrahlung der Leber auf deren Durchblutung.

## 2. Beim Leberkranken.

Die Patienten dieses Kollektives hatten sämtlich Erkrankungen der Leber, fast ausschließlich chronischer Natur.

Von diesen Patienten hatten

- 5 eine chronische Hepatitis
- 20 eine Lebercirrhose von mäßigem bis ausgeprägtem Charakter. Bei einigen war wegen erheblicher Stauung im Pfortadergebiet eine portocavale Shuntoperation durchgeführt worden
- 1 eine metastatisch befallene Leber bei einem Sigma-Ca.

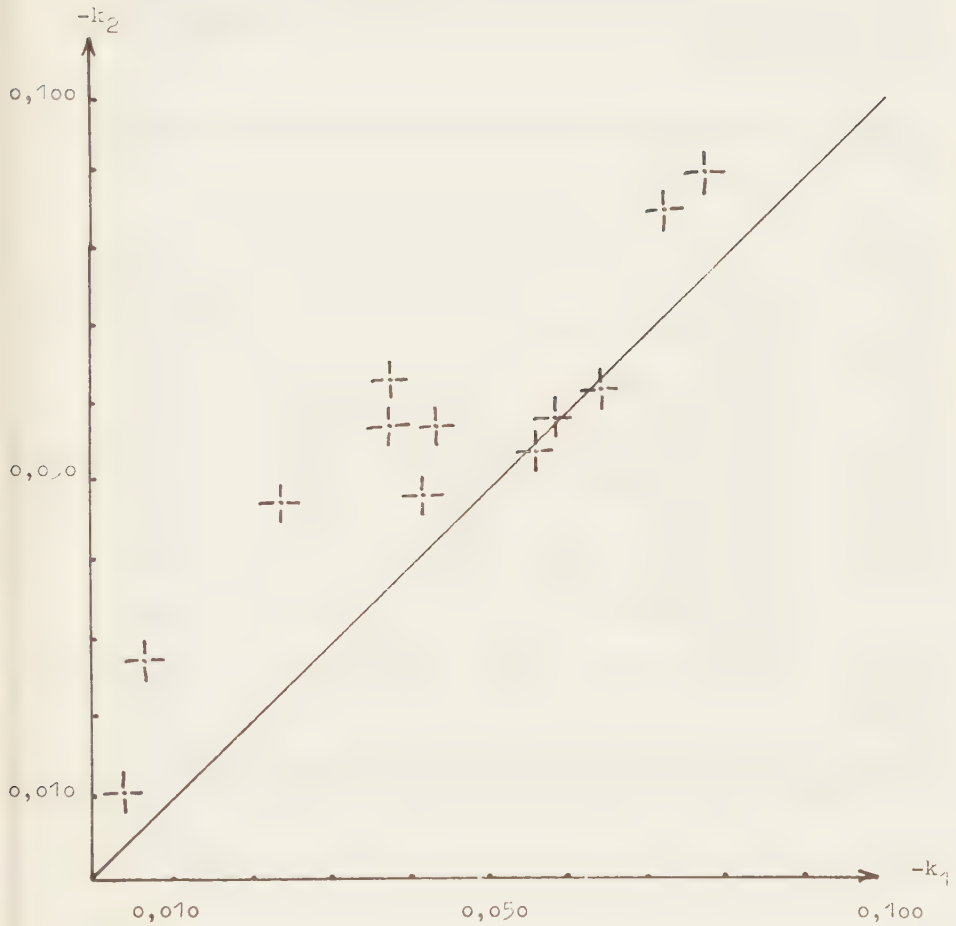
Die zeitliche Einteilung bei dieser Serie entsprach den vorhergehenden Untersuchungen.

a. Verhalten der Clearance von Leberkranken bei Bestrahlung Stufe III, 5 Minuten

Tabelle 8

| Pat.               | Alter | Diagnose                              | $-k_1$ | $-k_2$ | $\frac{k_2}{k_1} = q$ |
|--------------------|-------|---------------------------------------|--------|--------|-----------------------|
| B. H.              | 50    | Cirrhose                              | 0,041  | 0,049  | 1,196                 |
| B. C.              | 65    | subak. Leberdys-<br>trophie           | 0,065  | 0,064  | 0,984                 |
| I. J.              | 29    | chron. Hepatitis                      | 0,058  | 0,059  | 1,017                 |
| M. H.              | 28    | posthepatitischer<br>Zustand          | 0,072  | 0,086  | 1,194                 |
| N. J.              | 43    | Lebercirrhose                         | 0,037  | 0,058  | 1,564                 |
| + W. H.            | 57    | Lebercirrhose                         | 0,004  | 0,011  | 2,756                 |
| + S. F.            | 51    | Lebercirrhose +<br>Shuntop.           | 0,006  | 0,028  | 4,666                 |
| S. U.              | 44    | Lebercirrhose                         | 0,023  | 0,049  | 2,130                 |
| S. S.              | 63    | Lebercirrhose                         | 0,078  | 0,090  | 1,154                 |
| S. L.              | 39    | chron. Hepatitis                      | 0,037  | 0,064  | 1,729                 |
| W. E.              | 52    | Porphyr. cut. mit<br>Leberbeteiligung | 0,066  | 0,068  | 1,030                 |
| B. A.              | 53    | Metastasenleber<br>bei Sigma-Ca       | 0,044  | 0,058  | 1,318                 |
| Summe              |       |                                       |        |        | 13,326<br>(20,748)    |
| Mittelwert         |       |                                       |        |        | 1,33<br>(1,79)        |
| Standardabweichung |       |                                       |        |        | 0,37<br>(1,07)        |
| t                  |       |                                       |        |        | 3,87<br>(4,02)        |

Abb. 7



Verhalten der Leberdurchblutung von Leberkranken bei Bestrahlung mit der Stufe III, 5 Minuten lang. Signifikante Durchblutungszunahme.

In die Berechnung für diese Gruppe gehen die zwei angekreuzten Probanden nicht ein. Bei beiden bestanden extrem niedrige Ausgangswerte ( $-k_1 = 0,006$ ,  $-k_1 = 0,004$ ). Bei beiden kam es zu einer enormen Steigerung gegenüber den Ausgangswerten (176 %, bzw. 367 %), die sich in ihrer Größe von den übrigen wesentlich unterscheidet.

Die Werte, die sich bei Einbeziehung der beiden angekreuzten Probanden ergeben, stehen jeweils in Klammern. Es kam zu einer hochsignifikanten Durchblutungssteigerung von 33,3 % (72,9 %).

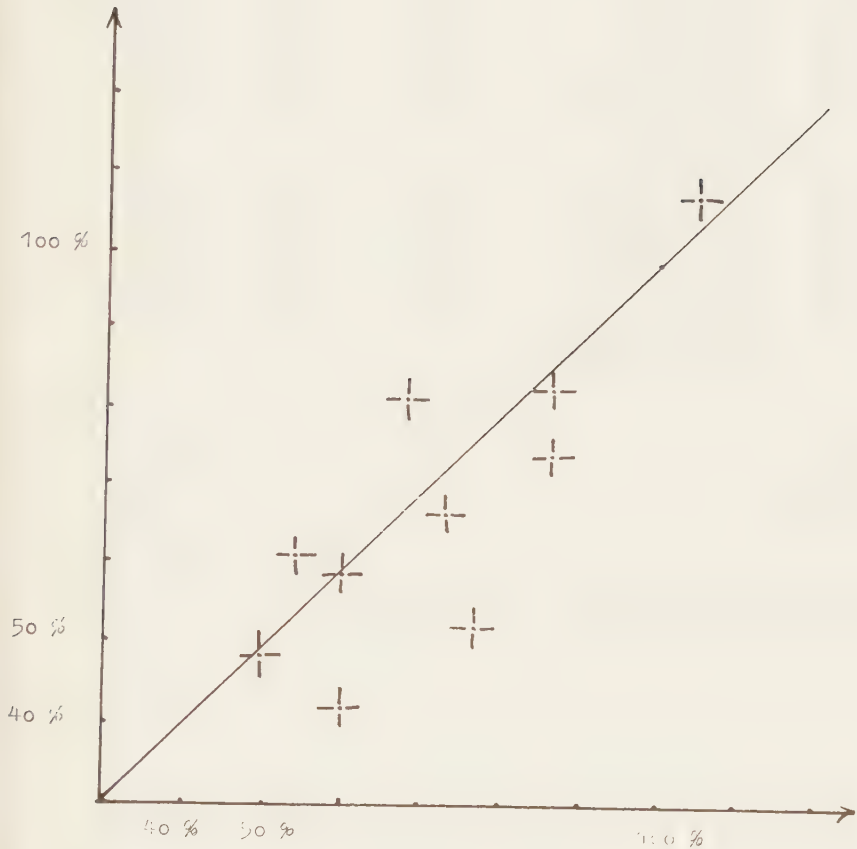
Verhalten der Durchblutungsqualitäten von Leberkranken bei Bestrahlung Stufe III, 5 Minuten.

Tabelle 9

| Pat.       | Alter | Diagnose                               | $A_1$ | $A_2$ | $\frac{A_2}{A_1} = q$ |
|------------|-------|----------------------------------------|-------|-------|-----------------------|
| B. H.      | 50    | Cirrhose                               | 104   | 108   | 1,038                 |
| B. C.      | 65    | subak. Leberdystrophie                 | 59,6  | 42,3  | 0,710                 |
| I. J.      | 29    | chron. Hepatitis                       | 85,8  | 83,8  | 0,977                 |
| M. H.      | 48    | posthepatiti. Zustand                  | 49,4  | 49,3  | 0,998                 |
| N. J.      | 43    | Lebercirrhose                          | 76,2  | 52,3  | 0,686                 |
| S. F.      | 51    | Lebercirrh. Shuntop.                   | 86,8  | 75,0  | 0,864                 |
| S. U.      | 44    | Lebercirrhose                          | 73,4  | 36,7  | 0,500                 |
| S. L.      | 39    | chron. Hepatitis                       | 59,5  | 59,0  | 0,992                 |
| W. E.      | 52    | Porphy. cut. mit Leber-<br>beteiligung | 51,2  | 61,5  | 1,201                 |
| B. A.      | 53    | Metastasenleber bei<br>Sigma-Ca        | 66,8  | 81,9  | 1,226                 |
| Summe      |       |                                        |       |       | 9,192                 |
| Mittelwert |       |                                        |       |       | 0,919                 |

Es kam zu einer ungerichteten Änderung der Durchblutungsqualitäten, bzw. zu einer geringfügigen Abnahme des arteriellen Anteils (8 %).

Abb. 8



Verhalten der Durchblutungsqualitäten (arterieller Anteil der Lebergesamtdurchblutung) von Leberkranken bei der Bestrahlung mit der Stufe III, 5 Minuten lang. Keine signifikante Durchblutungsänderung.

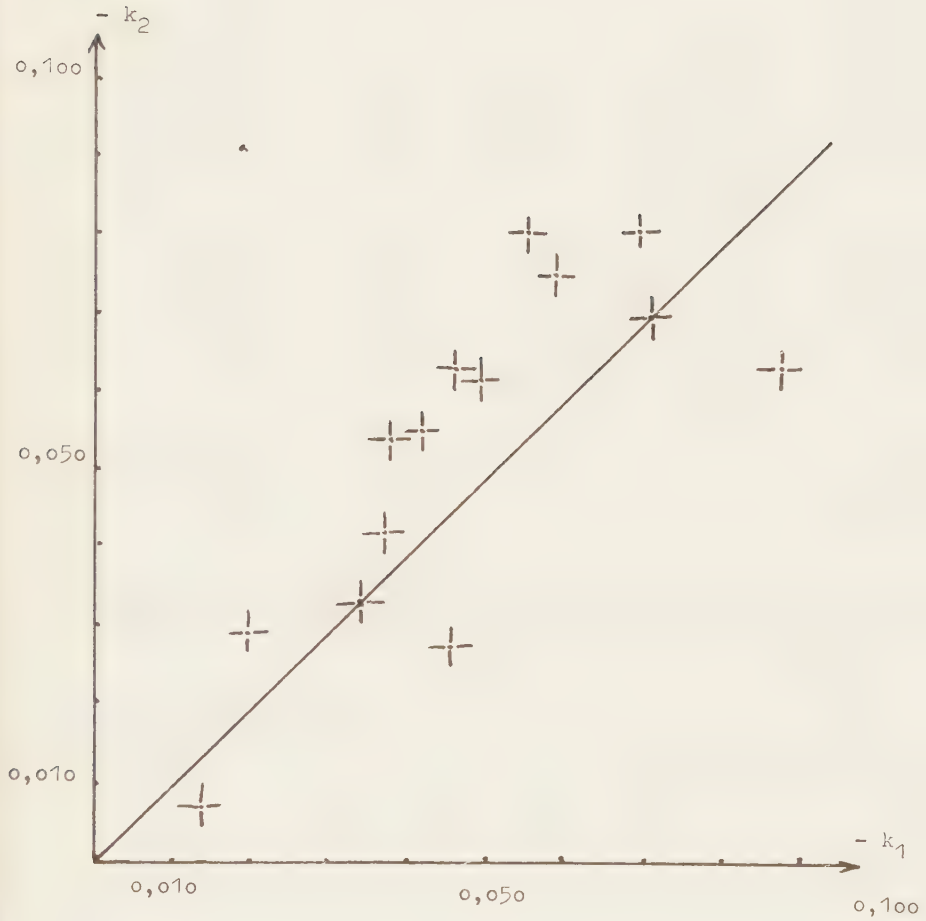
## Verhalten der Clearance von Leberkranken bei Bestrahlung (Stufe IV, 8 Minuten)

Tabelle 10

| Pat.               | Alter | Diagnose                                    | $-k_1$ | $-k_2$ | $\frac{-k_2}{-k_1} = q$ |
|--------------------|-------|---------------------------------------------|--------|--------|-------------------------|
| L. M.              | 50    | chron. Hepatitis                            | 0,045  | 0,063  | 1,400                   |
| D. H.              | 67    | Cirrhose                                    | 0,045  | 0,027  | 0,600                   |
| S. F.              | 53    | Cirrhose + Shuntop.                         | 0,013  | 0,007  | 0,538                   |
| S. U.              | 44    | Lebercirrhose                               | 0,069  | 0,081  | 1,117                   |
| S. F.              | 56    | Hämatochromatose +<br>Lebercirrhose         | 0,087  | 0,065  | 0,724                   |
| S. E.              | 56    | Cirrhose                                    | 0,019  | 0,029  | 1,315                   |
| S. J.              | 45    | Cirrh. + Shuntop.                           | 0,037  | 0,054  | 1,459                   |
| F. F.              | 63    | Porphyrie + Cirrhose                        | 0,055  | 0,081  | 1,472                   |
| H. F.              | 53    | Cirrh. + Shuntop.                           | 0,033  | 0,033  | 1,000                   |
| G. M.              | 47    | Cirrh. + Shuntop.                           | 0,036  | 0,042  | 1,167                   |
| W. U.              | 32    | Lebercirrh. + Shuntop.                      | 0,070  | 0,070  | 1,000                   |
| K. L.              | 65    | Cirrhose                                    | 0,058  | 0,076  | 1,310                   |
| O. F.              | 58    | Bronchial-Ca + braune<br>Atrophie der Leber | 0,049  | 0,062  | 1,265                   |
| N. J.              | 53    | Cirrhose                                    | 0,041  | 0,055  | 1,341                   |
| Summe              |       |                                             |        |        | 15,708                  |
| Mittelwert         |       |                                             |        |        | 1,122                   |
| Standardabweichung |       |                                             |        |        | 0,31                    |
| t                  |       |                                             |        |        | 1,7                     |

Es kam zu einer durchschnittlichen Durchblutungssteigerung von 12,2 %, die sich statistisch nicht sichern läßt.

Abb. 9



Verhalten der Leberdurchblutung von Leberkranken bei Bestrahlung mit der Stufe IV, 8 Minuten lang.

Keine Signifikante Durchblutungssteigerung.

Verhalten der Durchblutungsqualitäten von Leberkranken bei Bestrahlung (Stufe IV, 8 Minuten)

Tabelle 11

| Pat.       | Alter | Diagnose                                    | $A_1$ | $A_2$ | $\frac{A_2}{A_1} = q$ |
|------------|-------|---------------------------------------------|-------|-------|-----------------------|
| L. M.      | 50    | Chron. Hepatitis                            | 70,1  | 74,1  | 1,057                 |
| D. H.      | 67    | Cirrhose                                    | 55,6  | 58,4  | 1,050                 |
| S. F.      | 53    | Cirrhose + Shuntop.                         | 90,9  | 94,1  | 1,035                 |
| S. U.      | 44    | Cirrhose                                    | 73,3  | 62,1  | 0,847                 |
| S. F.      | 56    | Hämatochromatose +<br>Cirrhose              | 66,1  | 66,6  | 1,007                 |
| S. E.      | 56    | Cirrhose                                    | 69,7  | 59,6  | 0,855                 |
| S. J.      | 45    | Cirrhose + Shuntop.                         | 92,0  | 93,4  | 1,015                 |
| F. F.      | 63    | Porphyrie + Cirrhose                        | 61,0  | 70,5  | 1,156                 |
| G. M.      | 47    | Cirrhose + Shuntop.                         | 122,0 | 108,0 | 0,885                 |
| W. U.      | 32    | Cirrhose + Shuntop.                         | 59,8  | 66,9  | 1,119                 |
| K. L.      | 65    | Cirrhose                                    | 51,8  | 52,6  | 1,015                 |
| O. P.      | 58    | Bronchial-Ca + braune<br>Atrophie der Leber | 66,7  | 62,7  | 0,940                 |
| N. J.      | 55    | Cirrhose                                    | 45,0  | 42,8  | 0,951                 |
| Summe      |       |                                             |       |       | 12,932                |
| Mittelwert |       |                                             |       |       | 0,994                 |

Es kam zu keiner gerichteten Änderung der Durchblutungsqualitäten.

Die Zunahme der Clearancewerte war bei dieser Gruppe mit 12,2 % bei weitem nicht so ausgiebig wie bei der vorhergehenden (Stufe III, 5 Minuten). Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 - 20 % ist sie nicht signifikant.

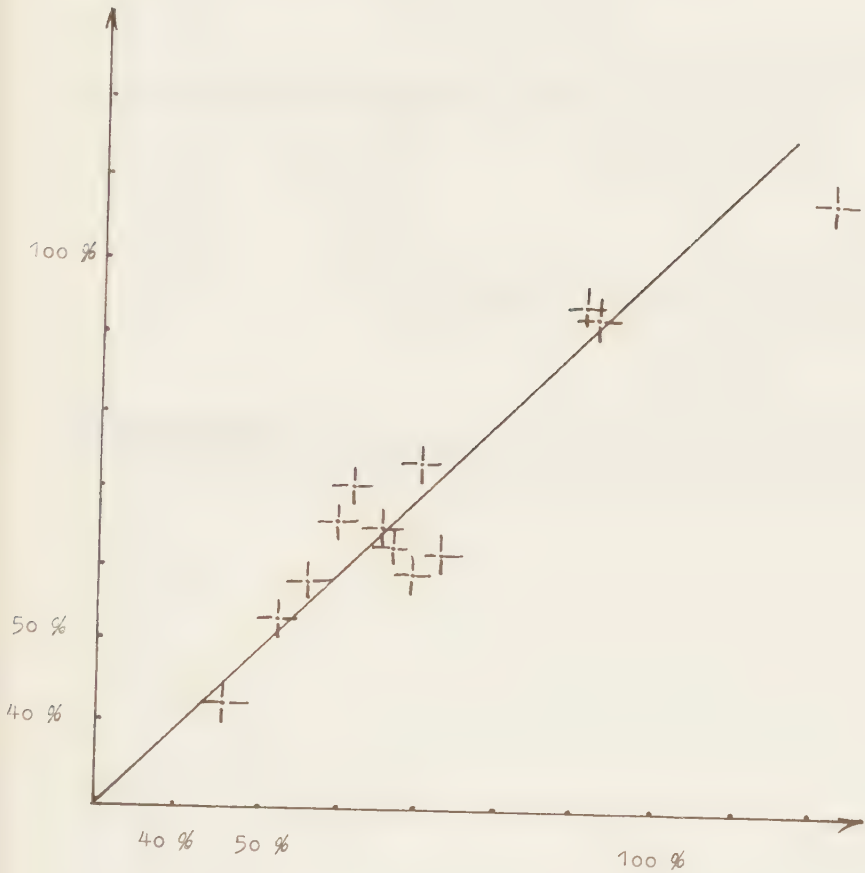
Abbildung 3 zeigt einen Vergleich sämtlicher Clearancewerte beim Lebergesunden und beim Leberkranken. Die statistische Berechnung ergab für das Kollektiv der Lebergesunden folgenden Mittelwert

$k = -0,087$ . Die zugehörige Standardabweichung  $s$  betrug 0,0187

Für das Kollektiv der Leberkranken ergab sich folgender Mittelwert

$k = -0,046$ .

Abb. 10



Verhalten der Durchblutungsqualitäten (arterieller Anteil der Lebergesamtdurchblutung) von Leberkranken bei Bestrahlung mit der Stufe IV, 8 Minuten lang.  
Keine gerichtete Änderung.

Die zugehörige Standardabweichung betrug 0,0218.

Zur Prüfung der Signifikanz des Unterschiedes der oben angeführten Mittelwerte wurde zunächst die Doppelstreuung beider Gruppen bestimmt:

$$s^2_{x_1, x_2} = \frac{\sum (x_1^2) - \bar{x}_1 \sum (x_1) + \sum (x_2^2) - \bar{x} \sum (x_2)}{N_1 + N_2 - 2}$$

wobei  $x = -k$

Aus der Doppelstreuung beider Kollektive wird die Standardabweichung der Mittel-

$$s_D = \sqrt{\frac{s^2_{x_1, x_2}}{N_1} + \frac{s^2_{x_1, x_2}}{N_2}}$$

differenzen errechnet.

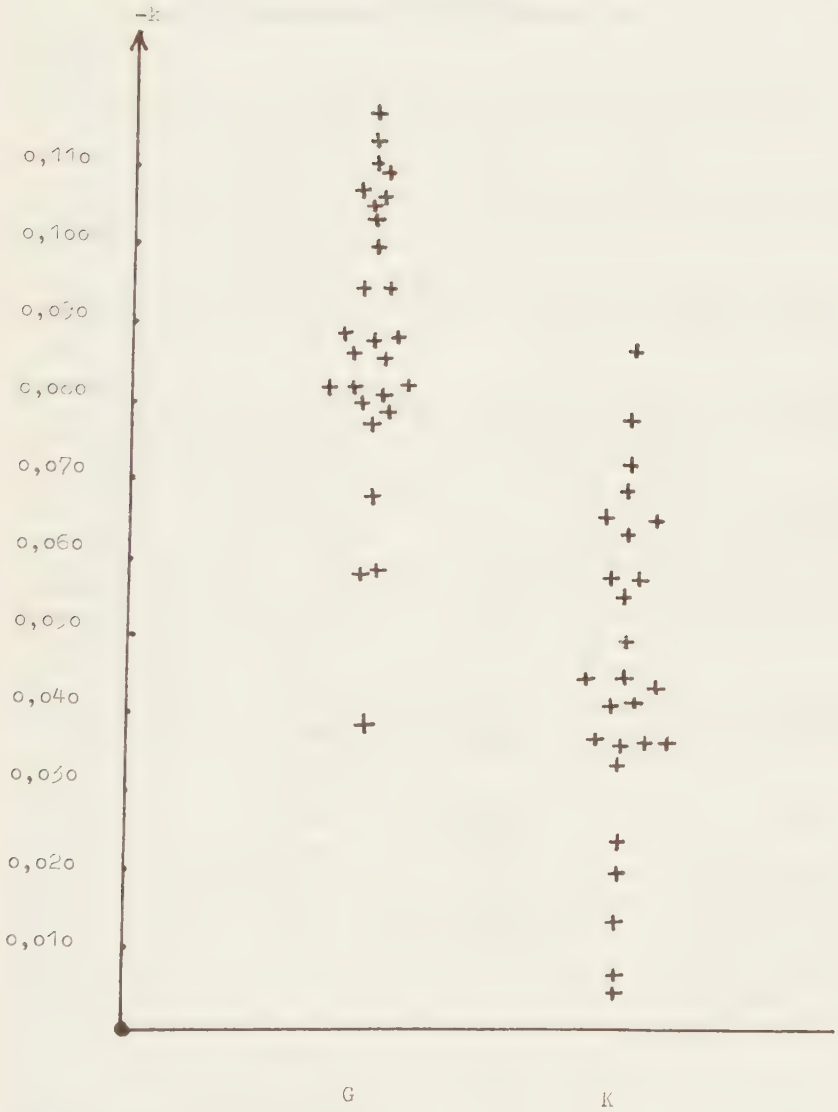
Der zugehörige t-Wert ergibt sich aus folgender Formel

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_D}$$

Wir erhielten für  $t$  folgenden Wert  $t = 7,2$ , was einer Irrtumswahrscheinlichkeit entspricht, die kleiner als 1 % ist. Damit ist die Differenz der Mittelwerte als statistisch sehr gut abgesichert zusehen.

Abb. 11

## Clearancewerte

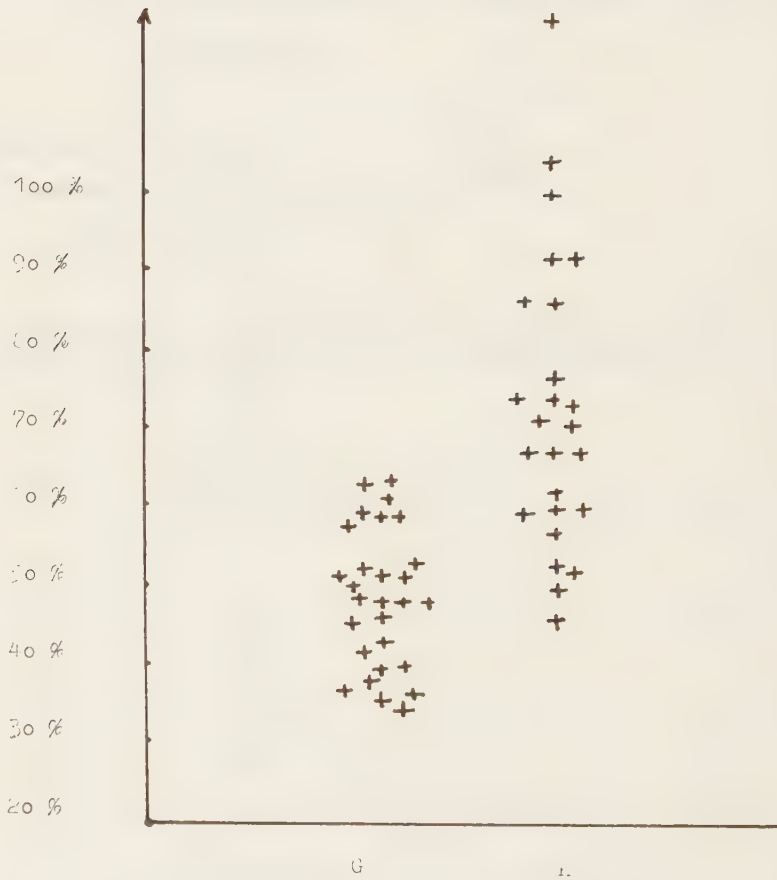


G = Kollektiv der Lebergesunden

K = Kollektiv der Leberkranken

Abb. 12

## Arterieller Anteil an der Lebergesamtdurchblutung



G = Kollektiv der Lebergesunden

K = Kollektiv der Leberkranken

## Diskussion

### Methode

Mit der Einführung der Radiogoldclearance in die Klinik durch Falkner, Neumayer und Vetter (35) stand zum ersten Mal eine elegante, klinisch leicht durchführbare Methode bereit, die Leberdurchblutung zu erfassen.

Vorausgehend hatte Bradley (5) mit der Bromsulfaleinclearance eine erste, brauchbare Methode zur Bestimmung der Leberdurchblutung entwickelt. Sie erforderte jedoch die Einführung eines Katheters in eine Lebervene.

Der nächste Fortschritt gelang Dobson und seinen Mitarbeitern (7). Er verwendete Chromphosphat mit Phosphor als Nuklid zur Clearance. Hierbei war jedoch die Präparation des Kolloides schwierig, sodaß diese Methode zur Routinediagnostik nicht in Frage kam.

Alle diese Mängel haften der Radiogoldclearance nicht an. Sowohl die blutige Messung mittels mehrfach in gleichen Zeitabständen entnommener Blutproben, wie die unblutige Oberflächenmessung liefern gut reproduzierbare Ergebnisse (20, 21, 25, 35), solange Erst- und Zweituntersuchung genügend nahe beieinander liegen.

Die unblutige Messung wird am besten im Gebiet von Kopf, Hals oder Oberarm ausgeführt, da nur hier eine genügend rasche Durchmischung erfolgt. (14) Da die Radiogoldclearance durch das R E S, bzw. durch die Kupfferschen Sternzellen der Leber besorgt wird und damit nicht vom Zustand der Leberparenchymzellen abhängt, gibt sie die wahren Durchblutungsverhältnisse dieses Organes wieder.

Inwieweit bei Erkrankungen der Leber das übrige R E S außerhalb der Leber vermehrt speichert, ist nicht genau bekannt. Playoust (27) weist auf eine vermehrte Speicherung innerhalb der Knochen bei Erkrankungen der Leber hin.

Mit der zeitlichen Wahl der Meßpunkte von der 3. bis zur 8. Minute wurden einerseits die anfangs oft überschießenden Werte eliminiert, andererseits lagen die letzten Werte noch sicher im schnell abfallenden Teil der Clearancekurve, der nach etwa 10 Minuten in einen langsameren Teil übergeht.

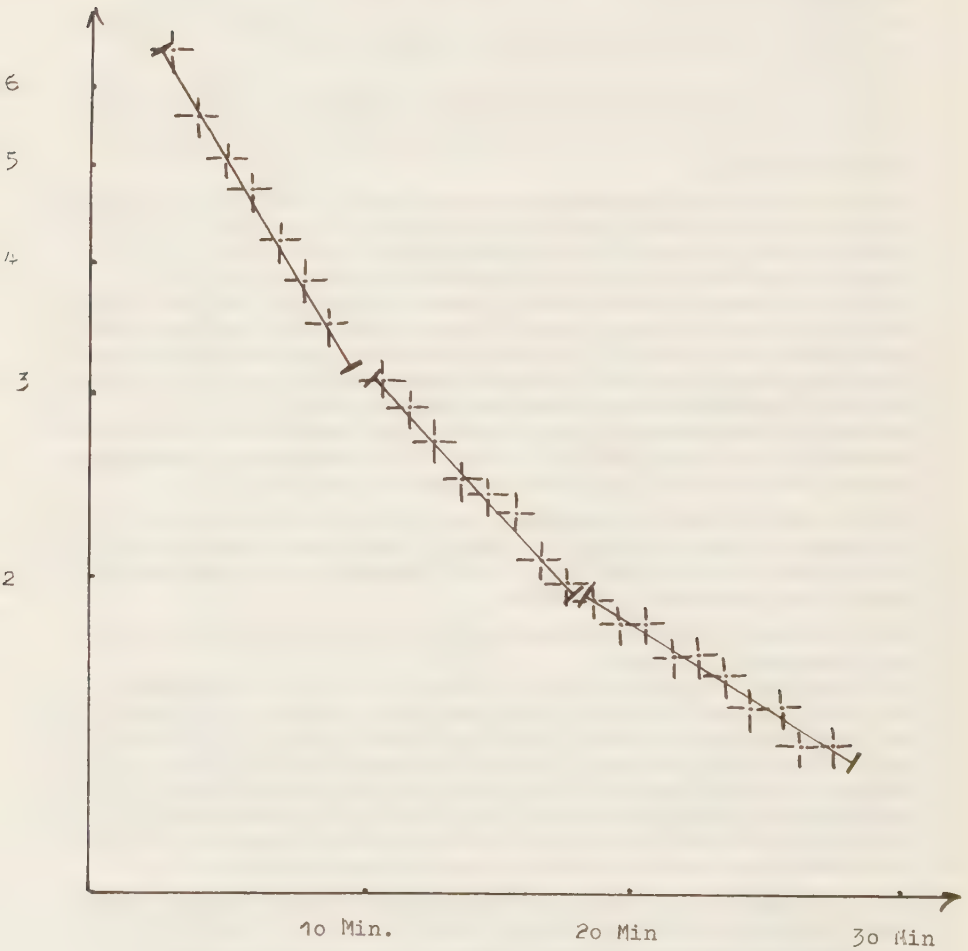
Beim Übertragen auf semilogarithmisches Papier wird folgendes sichtbar: (siehe auch untenstehende Abbildung)

Die Konzentrationsabnahme verläuft in den ersten 10 Minuten etwa exponentiell, bildet also auf Semilogarithmischem Papier eine Gerade, während sich der weitere Verlauf aus Geraden zusammensetzt, deren Neigungswinkel immer weiter abnimmt. Dieses Phänomen erklärt sich aus der Zusammensetzung des Goldkolloides (siehe auch Seite 1). Während anfangs der Teil des Goldes, der sich aus den größeren Partikeln zusammensetzt, relativ rasch aus dem Blut eliminiert wird, folgen die kleineren Partikel, die von den Kupfferschen Sternzellen nicht so schnell aufgenommen werden können, später.

Eine Verdünnung der vom Werk gelieferten Goldlösung mit physiologischer Kochsalzlösung, wie wir sie jeweils durchführten, hat nach Angaben der Herstellerfirma keinen Einfluß auf die gegebene Größenverteilung der Goldpartikel, beeinflusst also das Meßergebnis nicht.

Wenn die Radiogoldclearance infolge der ungenügenden bzw. nur teilweisen Klärung

Abb. 13



Clearancekurve auf semilogarithmischem Papier aufgetragen.

bei einmaligem Leberdurchfluß zu Absolutmessungen nicht sicher zu verwerten ist, so kann man diese Faktum für Relativmessungen jedoch vernachlässigen. Eine andere Folge der ungenügenden Klärung wollen wir noch ausführen.

Die Sonde über der Leber mißt etwa 12 - 15 Sekunden nach Injektion das Einströmen der Aktivität in die Leber über die arteria hepatica und 17 - 22 Sekunden nach Injektion den arteriellen Gipfel. In dieser Zeit ist noch kaum etwas von dem eingeströmten Gold wieder aus der Leber verschwunden. Dies erfolgt erst in den 10 bis 15 Sekunden, die auf das arterielle Maximum folgen, wie J. P. Benhamou (3) zeigen konnte.

Bei der Messung nach 50 Sekunden jedoch, zu der Zeit also, in der das Blut aus dem Pfortadergebiet in die Leber eingeströmt ist, ist ein beträchtlicher Teil des Goldes bereits wieder aus der Leber abgeflossen und wird so nicht mehr gemessen. Damit muß der gemessene arterielle Anteil gegenüber der Gesamtdurchblutung überhöht erscheinen.

Für Relativmessungen jedoch ist diese Veränderung nicht ausschlaggebend. Auf Grund dieser Verhältnisse ist sogar bei ganz minimalem portalen Durchfluß zu erwarten, daß die Werte für den arteriellen Anteil diejenigen der Gesamtdurchblutung übersteigen.

Während beim Lebergesunden der Hauptteil des zugeführten Goldes in den Kupfferschen Sternzellen der Leber gespeichert wird, sind die Verhältnisse bei Lebererkrankungen andere:

Playoust (27) weist auf eine vermehrte Speicherung innerhalb der Knochen hin. Befunde, die Kellershohn et al. (19) mittels Scintigrammen bei Leberkranken erhoben haben, deuten in eine ähnliche Richtung. Hierbei speicherten Milz und Skelettsystem vermehrt Radiogold. Allerdings bleibt offen, welche Dosis er bei Leberkranken verwandt hat.

Auch Höfer et al. (14) fanden beim Leberkranken bei dem Vergleich von blutiger und unblutiger Messung über dem Schädel eine deutlich geringere Clearance bei der unblutigen Messung als Zeichen einer vermehrten Speicherung innerhalb der Schädelknochen.

Wie vorher erwähnt wurde, ist eine deutliche Unterscheidung in einen arteriellen und einen portalen Teil der Leberspeicherkurven nicht in allen Untersuchungen möglich. Denn einerseits spielen sich diese Durchströmungsvorgänge in einer relativ kurzen Zeit ab. G. Tornwall und L. Johanson (33) stellten nach Injektion von radioaktiv markierten Erythrozyten in die Aorta thoracica und fortlaufenden Blutentnahmen aus einem Lebervenenkatheter ziemlich bald anschließend an die arterielle Durchblutung einen raschen weiteren Anstieg der Aktivität fest, den diese Autoren der portalen Durchblutung zuordneten. Andererseits sind die statistischen Schwankungen - bedingt durch die gering anwendbare Aktivitätsmenge - so groß, daß sie in einem Teil der Untersuchungen eine deutliche Unterscheidung überspielen. Wegen der Kürze der Zeit ist daher leider eine genügende Integration nicht möglich.

Durch die oben geschilderten Umstände wird also die Aussagekraft der gefundenen Werte weitgehend eingeschränkt.

## Die Kurz- bzw. Dezimeterwelle

Seit der Einführung der Hochfrequenztherapie besitzen wir ein Verfahren, mit dem meßbare Energien an den Körper abgegeben werden und dieser meßbar beeinflusst werden kann.

Erst jetzt war es möglich, genügend starke Ströme durch den Körper hindurchzuleiten, ohne die Wirkungen des Gleichstromes bzw. der niederfrequenten Ströme, nämlich elektrolytische Zersetzung oder elektrische Schläge, in Kauf nehmen zu müssen.

Da diese Wirkungen zu ihrer Entstehung eine Anlaufzeit benötigen (29), treten sie bei dem Überschreiten einer gewissen Frequenz (100 k Hz) nicht mehr auf.

Die Einzelflußzeit des Stromes in einer Richtung wird zu kurz, um eine Ionenwanderung, das heißt eine Polarisierung an den Membranen der Nervenzellen hervorzurufen, wie dies bei galvanischen oder faradischen Reizströmen der Fall ist.

Außerdem ist kein direkter Kontakt mit den stromführenden Teilen notwendig; der Organismus erhält die elektrischen Energien mittels eines elektrischen (Spulenfeldmethode) oder magnetischen (Kondensatorfeldmethode) Wechselfeldes, oder er wird direkt mit elektromagnetischen Wellen (Dezimeter- bzw. Mikrowellen) bestrahlt.

Es erfolgt keine Ionenwanderung mehr, es kommt lediglich zu einer Polarisierung der Ionen bzw. der Atome.

Moleküle, die bereits "polare" Ladungen besitzen, werden ebenfalls ausgerichtet. Dies erfolgt jedoch nicht ohne Reibungsverluste, die sich als entstehende Wärme äußern (32).

Diese Wärme führt zu einer Stoffwechselsteigerung mit vermehrt anfallenden Stoffwechselschlacken, die ihrerseits eine Steigerung der Durchblutung bedingen. Neben der eben erwähnten Wärmeentstehung ist die direkte Irritation des Gefäßnervenapparates durch Kurz- bzw. Dezimeterwellenbestrahlung als weitere wesentliche Ursache der Mehrdurchblutung anzuführen. Die kapillarmikroskopischen Untersuchungen, die Pflohm (26) an bestrahlten Froschschwimmhäuten durchführte, weisen darauf hin. Noch bis zu zwei Tagen nach Absetzen der Bestrahlung konnte er eine deutliche Mehrdurchblutung an seinen Präparaten feststellen, zu einer Zeit also, zu der die applizierte Gewebeerwärmung schon längst ausgeglichen war.

Für eine direkte Irritation des Gefäßnervenapparates sprechen ebenso die Beobachtungen, die Gloz (10) am Augenhintergrund machen konnte. Sofort nach dem Einsetzen der Bestrahlung der Stirngegend tritt eine deutliche Hyperämie der Retinaarterien auf und zwar so schnell, daß dieses Phänomen nicht durch eine lokale Überwärmung mit dadurch bedingter Hyperämie erklärt werden kann.

Inwieweit das kolloidchemische Verhalten der Körpersubstanzen durch Kurzwellenbestrahlung verändert wird, kann nicht eindeutig beantwortet werden.

Schliephake (30) erhielt bei Bestrahlung von Diphterieserum mittels Kondensatorfeld unter Gleichhaltung der Temperatur eine deutliche Abnahme des Antitoxingehalts.

Anorganische Kolloide ändern bei Bestrahlung mit Kurzwellen jedenfalls eine Anzahl ihrer wesentlichen Eigenschaften, wie Viskosität, Leitfähigkeit usw. (36).

Als weitere Wirkung der Kurzwellendurchflutung ist noch eine Steigerung der Leuko-

zytendiapedese erwähnenswert, die Fischer (11) an Hand zahlreicher histologischer Präparate nachweisen konnte.

Wenn auch diese Wirkungen allen drei vorher erwähnten Hochfrequenztherapieverfahren gemeinsam sind, so weisen diese jedoch einige Unterschiede auf.

Da die Mikro- bzw. Dezimeterwellen mit ihrer Wellenlänge 12,7 cm (2450 M Hz) bzw. 69 cm (433,92 M Hz) im Strahlenspektrum dem optischen Bereich nahestehen, besitzen sie als "quasioptische" Strahlen bereits einige Eigenschaften der optischen Strahlung. So lassen sich die von einem Dipol erzeugten 69-cm-Wellen mittels eines halbkugeligen Reflektors sammeln und gebündelt einem Patienten applizieren. Statt der üblichen zwei Kondensatorplatten der Kondensatorfeldmethode ist nur noch ein Strahlkopf notwendig.

Entscheidend für die Wirkung von Kurzwellenbestrahlung ist der Umstand, wo und in welcher Tiefe die zugeführte Energie in Wärme umgesetzt wird. Dies wird bestimmt von der Zusammensetzung des bestrahlten Mediums und von der angewandten Wellenlänge.

Was die Zusammensetzung betrifft, so bildet der Mensch in physikalischer Hinsicht ein geschichtetes Medium. Die hauptsächlichsten Schichten sind die Haut, das Unterhautfettgewebe und die Muskulatur, die in ihrem elektrischen Verhalten weitgehend den inneren Organen wie Leber, Niere usw. gleicht.

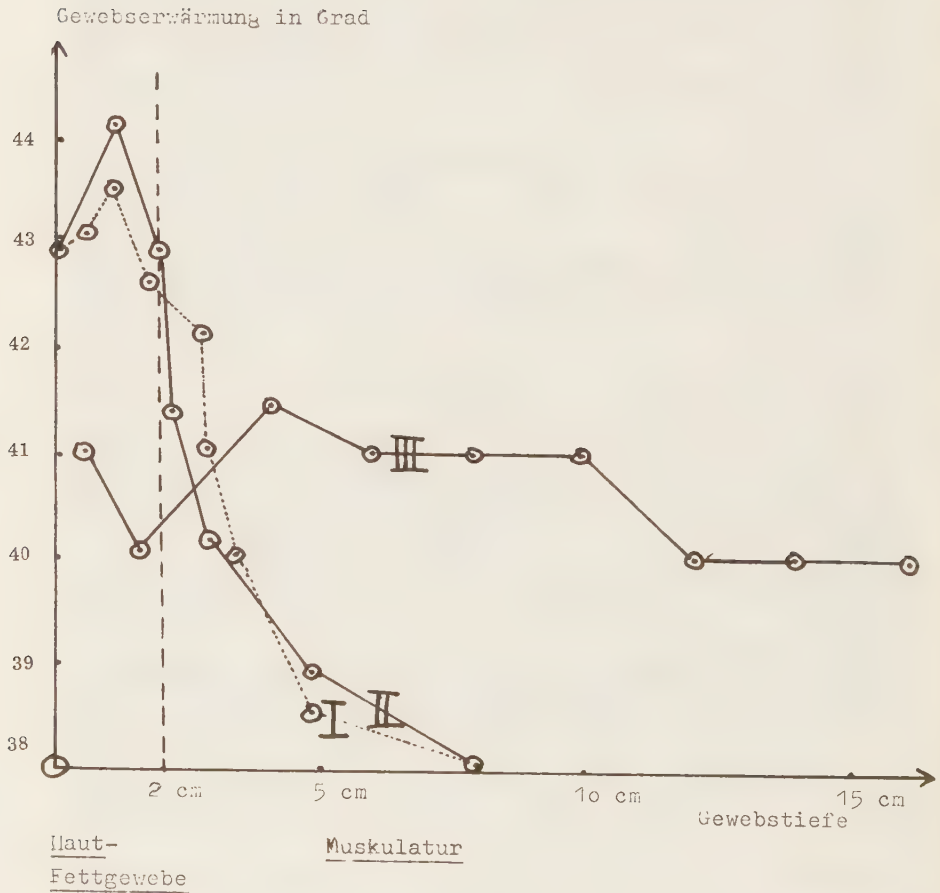
Bei der Bestrahlung mit der herkömmlichen Kurzwelle (11 m) wird ein großer Teil der zugeführten Energie bereits im Unterhautfettgewebe umgesetzt und nur ein kleiner Teil erreicht die tiefer gelegenen Schichten.

Steigert man die Frequenz weiter, so sinkt der kapazitive Widerstand des Fettgewebes, so daß es von der Strahlung ohne große Energieverluste überwunden werden kann. Vergleichende Untersuchungen mehrerer Autoren (17, 18, 31) bestätigen diese Tatsache. Ein Optimum der Wellenlänge scheint bei 1 m zu liegen. Steigt die Frequenz weiter, so offenbart sich ein neues, unerwünschtes Phänomen:

Die Strahlung durchdringt zwar das Unterhautfettgewebe ohne wesentliche Verluste, der Hauptteil der Energieumsetzung findet jedoch in den äußersten Schichten der Muskulatur statt.

Vergleichende Messungen, die Wild, Alm und Kutting (37, 1) am lebenden Tier in verschiedenen Gewebstiefen anstellten, sollen diese Unterschiede der einzelnen Wellenlänge in einem Diagramm veranschaulichen. Siehe Abb. 14

Abb. 14



- I entspricht der Mikrowelle (12,4 cm)
- II entspricht der Kurzwelle (11 m)
- III entspricht der Dezimeterwelle (69 cm)

### Physiologie der Leberdurchblutung

=====

Die Blutversorgung der Leber speist sich aus drei Quellen. 25 - 30 % (28) gelangen direkt über die Arteria hepatica, der Rest aus dem Milzkreislauf und dem mesenterialen Gefäßgebiet über die Pfortader in die Leber.

Eine enge funktionelle Zusammenarbeit, besorgt durch ein System von intrahepatischen Gefäßsphinkteren, ermöglicht eine gleichbleibende, von äußeren Einflüssen ziemlich unabhängige Durchblutung. Deren Größe beträgt - als Mittelwert aus den Angaben mehrerer Autoren - etwa 1500 ml in der Minute (7, 28, 35). Sie macht somit etwa ein Viertel des Herzminutenvolumens aus.

Vergleicht man die Sauerstoffsättigung im arteriellen (95 %), im portalen (75 %) und im Lebervenenblut (65 %) miteinander, so zeigt sich, daß das arterielle Blut dreimal soviel Sauerstoff an die Leber abgibt, wie das portale Blut. (13)

Bei Drosselung des portalen Anteils genügt also eine verhältnismäßig geringe Steigerung der arteriellen Zufuhr, um den  $O_2$ -Bedarf zu decken, eine Tatsache, die die lange Überlebenszeit der Cirrhotiker mit erklären könnte.

Ob der portale Gefäßbaum mit dem arteriellen System vor dem Eintritt in die einzelnen Leberläppchen Anastomosen besitzt, war lange ein Streitpunkt der verschiedenen Autoren. Neuere vitalmikroskopische Untersuchungen deuten darauf hin, daß die endgültige Mischung ausschließlich innerhalb der Sinusoide erfolgt. Während das portale Blut sich über kurze Venolen in die Sinusoide ergießt, lassen sich neben direkt an der Läppchenperipherie einmündenden Arteriolen arterielle Gefäße bis in das Läppchenzentrum hinein verfolgen (28).

Bei Krankheiten der Leber, hauptsächlich bei Cirrhosen, ist dieses System auf das empfindlichste gestört (6, 20, 21).

Einerseits entwickelt sich innerhalb der Bindegewebssepten ein reichhaltiges, arterielles Sytem, das teilweise mit den portalen Gefäßen anastomosiert, andererseits werden durch das Neuwachstum der Pseudolobuli bevorzugt die schwachwandigen Zentralvenen bedrängt, bzw. direkt flachgedrückt. Diese beiden Tatsachen sind wohl die Hauptursachen der portalen Hypertension bei Cirrhotikern:

einmal der vermehrte Blutzufluß über ein mächtig erweitertes arterielles Sytem in das Pfortadergebiet hinein, andererseits eine erhebliche Behinderung des Abflusses durch die Kompression der Zentralvenen.

Messungen des Pfortaderdruckes bei Cirrhotikern intra operationem ergaben Werte bis zu 600 mm  $H_2O$  statt des normalen Druckes von 120 mm  $H_2O$ .

Ein Teil des unter erhöhtem Druck stehenden Pfortaderblutes sucht sich einen Weg über natürlich bestehende Anastomosen, die mächtig erweitert werden. Hauptsächlich kommen hierbei die Ösophagusvenen in Betracht.

Messungen des Leberdurchflusses, die Nardi und Palazzi (22) bei Lebercirrhotikern mit bestehenden Ösophagusvarizen vor und nach Unterbindung und Verödung derselben anstellte, zeigten postoperativ einen deutlichen Anstieg der Leberdurchblutung; somit muß man wohl annehmen, daß vor der Operation ein ganz beträchtlicher Teil des Pfortaderblutes seinen Weg über diese Anastomose genommen hat.

## Ergebnisse

=====

### Erstwerte

Der Mittelwert der Goldclearance, den wir bei der Untersuchung von 25 kreislauf- und lebergesunden Patienten fanden, betrug  $-0,087$  und liegt somit vergleichsweise niedrig. Dies ist eine Folge der Partikelgröße. Während bei dem von uns verwendeten Goldkolloid von  $50 \text{ \AA}$  durchschnittlicher Partikelgröße nur etwa  $50 - 60 \%$  bei einmaligem Leberdurchgang extrahiert werden, sind es bei den von anderen Autoren angewendeten Goldlösungen etwa  $50 \%$ , die von der Leber bei einmaligem Durchfluß festgehalten werden.

Eine Aussage über den absoluten Leberdurchfluß kann also nicht gemacht werden.

Entsprechend tief fiel auch der Mittelwert der Goldclearance bei den Leberkranken aus. Mit einem  $k$  von  $-0,046$  betrug er annähernd die Hälfte des Vergleichswertes bei Lebergesunden. Die Einschränkung der Durchblutung, die wir bei den einzelnen Lebererkrankten fanden, entsprach in etwa dem Schweregrad der Erkrankung.

### Testuntersuchungen

Die Ergebnisse, die wir bei Dezimeterwellenbestrahlung der Leber bei Lebergesunden erhielten, lassen eine Tatsache deutlich werden, die schon bei früheren Untersuchungen an unserem Institut bemerkt wurde:

Es kam zu keiner nennenswerten Beeinflussung der Leberdurchblutung. Anders, die Leberdurchblutung ist von äußeren physikalischen Einflüssen relativ unabhängig. Auch mit einer Erhöhung der Strahlendosis auf das Doppelte durch Verlängerung der Einstrahldauer und Erhöhung der Strahlungsintensität ließ sich keine weitere Steigerung herbeiführen. Noch weniger als die Gesamtdurchblutung waren die Durchblutungsqualitäten zu beeinflussen. Sie änderten sich ungerichtet und nur geringfügig.

Die Untersuchungen bei Leberkranken ergaben folgendes:

Die Gesamtdurchblutung der Leber reagierte auf eine Bestrahlung von 5 Minuten Dauer und einer mittleren Einstellung der Intensität (Stufe III) mit einer Steigerung von  $33,4 \%$ , die statistisch als hochsignifikant abgesichert ist. Eine Dosissteigerung bei der Dezimeterwellenbestrahlung brachte keine weitere Zunahme der Clearancewerte, sondern ließ die Clearance vergleichsweise weniger ansteigen.

Diese Tatsache stimmt überein mit den Beobachtungen, die G. Barth und W. Kern (2) bei Durchblutungsuntersuchungen an den Extremitäten bei gleichzeitiger Dezimeterwellenbestrahlung machen konnten. Jegliche Dezimeterwellenbestrahlung, die über 5 Minuten hinausging, brachte keine weitere Durchblutungssteigerung mehr.

Auch bei den leberkranken Patienten gab es keine eindeutige, gerichtete Änderung der Durchblutungsqualitäten.

Bei der Zusammenstellung der Daten, die wir für die Durchblutungsqualitäten bei Shuntoperierten gefunden haben, fällt folgende Tatsache auf. Die arterielle Rate liegt mit  $79,8 \%$  (gegenüber  $72,4$  bei dem leberkranken Kollektiv) tiefer, als man annehmen könnte. Erwartungsgemäß sollte in diesen Fällen die Blutversorgung der Leber fast ausschließlich durch die Arteria hepatica erfolgen.

Es ist anzunehmen, daß das Pfortaderblut, statt durch das obstruierte Pfortaderbett der Leber zu fließen, den bequemeren Weg durch die Anastomose in die Cava inferior wählt. Damit gelangt es sehr bald in das Herz zurück und erscheint dann kurze Zeit später erneut via Arteria hepatica in der Leber und täuscht somit gemäß unserer zeitlichen Einteilung eine portale Durchblutung vor.

## Zusammenfassung

=====

Es wurde der Einfluß der Dezimeterwellenbestrahlung verschiedener Stärke auf die Leberdurchblutung geprüft. Dies wurde mittels der Radiogoldclearance verfolgt. Zur Untersuchung kamen Probanden mit erkrankter und gesunder Leber.

Als durchschnittlichen Clearancewert fanden wir

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| beim Lebergesunden | k = -0,087  |
| beim Leberkranken  | k = -0,046. |

Als durchschnittlichen Wert für den prozentualen arteriellen Anteil an der Leberdurchblutung erhielten wir

|                    |         |
|--------------------|---------|
| beim Lebergesunden | 48,9 %  |
| beim Leberkranken  | 72,4 %. |

Der relativ hohe Wert des arteriellen Anteils erklärt sich durch die ungenügende Clearance des Goldkolloides durch die Leber bei einmaligem Leberdurchfluß.

Die Leberdurchblutung beim Gesunden läßt sich in Quantität und Qualität durch Dezimeterwellenbestrahlung in der üblichen Dosis nicht wesentlich ändern. Eine Verdoppelung der Kurzwellendosis hat keinen Effekt.

Bei den Leberkranken kommt es zu einem signifikanten Mehrdurchfluß unter Dezimeterwellenbestrahlung. (33,4 %) Eine Verdoppelung der Kurzwellendosis bringt keine weitere Steigerung, sondern läßt die Durchblutung der Leber vergleichsweise weniger ansteigen.

Die Durchblutungsqualitäten lassen sich weder bei den lebergesunden noch bei den leberkranken Patienten wesentlich ändern.

## Literaturverzeichnis

=====

1. Alm H. F. und Kuttig H. :  
Experimentelle und klinische Untersuchungen mit hochfrequenten Strömen  
im oberen Dezimeterwellenbereich.  
Strahlentherapie 116, 297 (1961)
2. Barth G. und Kern W. :  
Klinische Erfahrungen mit einem neuen Dezimeterwellengerät in den Jahren  
1957 - 1964.  
Elektromedizin 10, 12 (1965)
3. Benhamou J. O., Nicollo F., Loverdo A. et R. Fauvert:  
L'efficacite d'épuration du foie humain.  
Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung, Urban und Schwarzenberg,  
München-Berlin, 3, 125 (1958)
4. Biozzi G., B. N. Halpern et C. Stiffel:  
La cinétique de l'épuration sanguine.  
Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung, Urban & Schwarzenberg,  
München-Berlin, 3, 103 (1958)
5. Bradley S. E., F. J. Ingelfinger, G. P. Bradley and J. J. Curry:  
Estimation of hepatic blood flow in man.  
J. Clin. Invest. 24, 890 (1945)
6. Bradley S. E., Ingelfinger F. J., Bradley G. P. :  
Hepatic circulation in cirrhosis of liver.  
Circulation 5, 419 (1952)
7. Dobson E. L., Warner G. F., Finney C. R., Johnstone M. E. :  
The measurement of liver circulation by means of the colloid disappearance  
rate.  
Circulation 7, 690 (1953)
8. Documenta Geigy:  
Wissenschaftliche Tabellen      Basel 1960
9. Donato L., G. Bartolomei and R. Bianchi:  
Diagnostic Value of Selective Quantitative Radiocardiography.  
Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung, Bd. 3  
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin, 1958    S. 167
10. Gloz H. C. :  
Der Einfluß von Ultrakurzwellendurchflutung auf den Druck des Liquor  
cerebrospinalis und auf die Netzhautgefäße.  
Strahlentherapie 80, 535 (1949)
11. Fischer E. :  
Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Leukozyten und  
Kapillaren im Ultrakurzwellenfeld.  
Strahlentherapie 77, 131-139 (1947)
12. Haubold U. :  
Isotopenstudien zur Beeinflußbarkeit der Leberdurchblutung durch konser-

vative Maßnahmen.  
Dissertation München 1963

13. Henning N. and Demling L.:  
Blood Flow in the Liver. Progress in Liver Diseases. Kap. 11;  
Grune and Stratton New York 1961
14. Höfer R., E. Ogris und G. Pfeiffer:  
Fehlerquellen der Kolloid-Clearancemethoden zur Bestimmung der Leber-  
durchblutung.  
Deutscher Röntgenkongress 1964  
Georg Thieme, Stuttgart 1965, S. 35
15. Höfer R. und H. Vetter:  
Radiogold- und Bromsulfaleinclearance des Plasmas als klinischer Test  
der Leberfunktion.  
Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung, Bd. 3  
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin, 1958 S. 115
16. Huff R. L., W. A. Parrish, W. A. Crockett and S. J. Haukeness:  
Haemodynamics: Interpreted by Means of Multiple Scintillation Detectors  
Placed over the Anterior Thoracic Wall.  
Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung, Bd. 3  
Urban und Schwarzenberg, München-Berlin 1958 S. 160
17. Keibel W., W. Krause und I. Pätzold:  
Energieverteilung in Fettmuskelschichten bzw. Behandlung mit längeren  
Dezimeterwellen im Vergleich mit den bisher in der Therapie angewende-  
ten Hochfrequenzverfahren.  
Elektromedizin 9 171-179 (1964)
18. Korb H.:  
Vergleichende Temperaturmessungen am Menschen bei den Wellenlängen  
6 m und 1 m.  
Strahlentherapie 64, 536-539 (1939)
19. Kellershohn C. und A. Degrez:  
Funktionsdiagnostik der Leber mit Radionukliden  
Deutscher Röntgenkongress 1964  
Georg Thieme, Stuttgart 1965, S. 20
20. Kummer P. und A. Ott:  
Untersuchungen der Leberdurchblutung unter der Wirkung von Thioiktsäure  
und anderen Arzneimitteln.  
Münch. med. Wochenschr. 101, 2399 (1959)
21. Landes G. und Kummer P.:  
Hämodynamische und chemische Leberfunktionsprüfung mittels kombinier-  
ter Radiogold- und Bromsulfaleinclearance.  
Münch. med. Wochenschr. 100, 1525 (1958)
22. Nardi L. and H. M. Palazzi:  
Studies of Liver Blood Flow in Man.  
Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung, Bd. 3  
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin, 1958 S. 111

23. Oßwald K. :  
Der Siemens-Kurzwellentherapieapparat für 1 m Wellenlänge und 700 Watt  
Hochfrequenzleistung.  
Strahlentherapie 64, 530-535 (1939)
24. Pabst H. W., Peller P. und W. Behringer:  
Isotopenstudien über die Leberdurchblutung und ihre Beeinflußbarkeit.  
Klin. Wschr. 40, 505 (1962)
25. Peller P. :  
Die Kolloidclearance der Leber als Indicator der Leberdurchblutung unter  
der Wirkung physikalischer Therapie.  
Dissertation, München 1962
26. Pflomm E. :  
Experimentelle und klinische Untersuchungen über die Wirkung ultrakurzer  
elektrischer Wellen auf die Entzündung.  
Arch. klin. Chir. 166, 251 (1931)
27. Playoust M. R., J. Mc' Rae and R. W. Boden:  
Inefficient Hepatic Extraction of Colloidal Gold; Resulting Inaccuracies in  
Determination of Hepatic Blood Flow.  
J. Lab. & Clin. Med. 54, 728 (1959)
28. Popper H. und Schaffner F. :  
Die Leber; Struktur und Funktion. Die gesamte Durchblutung der Leber.  
Georg Thieme, Stuttgart 1962 S. 58
29. Rein H. und M. Schneider:  
Einführung in die Physiologie des Menschen.  
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956 S. 361
30. Schliephake E. :  
Kurzwellentherapie.  
G. Fischer, Stuttgart, 1960 S. 69
31. Singer A. H. :  
Vergleichende Untersuchungen über die Tiefenerwärmung im Kurzwellen-  
Kondensatorfeld bei 6 und 11-m-Wellenlänge.  
Dissertation, München 1957
32. Thom H. :  
Einführung in die Kurz- und Mikrowellentherapie.  
Urban und Schwarzenberg, München-Berlin 1963 S. 38-39
33. Tornwall G. and L. Johansson:  
Liver Circulation in Man as Studied by Means of Dilution Curves.  
Acta med. Scand. 154, 491 (1956)
34. Ueda H. :  
Circulation of Hepatic Artery and Portal Vein.  
Aktuelle Probleme der Hepatologie.  
Georg Thieme, Stuttgart 1962, S. 58
35. Vetter H., R. Falkner und A. Neumayer:  
Die Verschwinderate von kolloidalem Radiogold aus dem Kreislauf und

seine Anwendung zur Prüfung der Leberdurchblutung  
J. Clin. Invest. 33 (1954) 1594

36. Wilcken R. und Müller W. :  
Einwirkung elektrischer Wellen auf Kolloide.  
Kolloid-Zeitschrift 65, 257 (1933)
37. Wild A. :  
Die Tiefenwirkung hochfrequenter Ströme im oberen Dezimeterwellenbereich (69 cm)  
Tierärztliche Umschau 9, 316 (1961)

## LEBENS LAUF

Ich bin am 20.4.1938 in Altomünster/Oberbayern als Kind des praktischen Arzts Dr. Karl Stevens und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Köhler geboren.

Von 1944-1948 besuchte ich die Volksschule in Altomünster und kam dann in das Humanistische Gymnasium in Ettal, wo ich 1956 das Abitur ablegte.

Im Wintersemester 1956/57 begann ich das Medizinstudium in Würzburg und setzte es im Sommersemester 1957 in München fort, wo ich das vorklinische Studium 1959 mit der Ärztlichen Vorprüfung abschloß.

Meine weitere ärztliche Ausbildung erhielt ich, abgesehen von einem kurzen Studienaufenthalt in Innsbruck (Wintersemester 1959/60) an der Universität München und beendete sie im Sommer 1962 mit dem Staatsexamen.

Während meiner Medizinalassistentenzeit war ich der Reihenfolge nach an folgenden medizinischen Instituten:

Chir. Privatklinik Dr. Schreiber, München Laplacestr.  
Institut und Poliklinik für Physikalische Therapie und  
Röntgenologie der Universität München "Riederinstitut"  
II. med. Universitätsklinik München, Ziemssenstr.  
Kreiskrankenhaus Dachau.

Nach meiner Approbation im Sommer 1964 begann ich meine chirurgische Fachausbildung an der II. Chir. Abteilung des Städtischen Krankenhauses München Schwabing, an dem ich jetzt noch tätig bin.

Was meine persönlichen Verhältnisse betrifft, habe ich im Herbst 1964 geheiratet und inzwischen drei Kinder.

1965 leistete ich meinen Wehrdienst von einem halben Jahr Dauer ab.









